Leistungsüberprüfung bei als Tragtieren eingesetzten Maultieren und Haflingern

Franz Edler von Rennenkampff

Disbui. München
1987

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554818_0078

Aus der Medizinischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians-
Universität München

Lehrstuhl für Innere Krankheiten des Pferdes
und der kleinen Haustiere
sowie für Gerichtliche Tiermedizin

Vorstand: Prof. Dr. Wilfried Kraft

Arbeit angefertigt unter der Leitung von
Prof. Dr. Helmut Kraft

Leistungsüberprüfung bei als Tragtieren eingesetzten Maultieren und Haflingern

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

von

Franz Edler von Rennenkampff

aus Aufham

München 1987

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät

der Universität München

Dekan: Prof. Dr. H. Zucker

Referent: Prof. Dr. H. Kraft

Korreferent: Prof. Dr. Dr. habil. K. Osterkorn

Tag der Promotion: 27. Februar 1987

DISSERTATIONS- UND FOTODRUCK FRANK GmH
8000 München 2, Gabelsbergerstr. 15, Tel. 288663

Meiner lieben Frau
und
den Kindern

gewidmet

Inhaltsverzeichnis **Seite**

1.	Einleitung	1
2.	Literaturübersicht	2
2.1	Beschreibung der verwendeten Blutparameter	2
2.1.1	Hämatologie	2
2.1.2	Enzymaktivitäten im Serum	6
2.1.3	Metaboliten im Blut	9
2.2	Bemerkungen zu den untersuchten Parametern	12
2.3	Arbeitswerte in der Laboratoriumsdiagnostik beim Pferd	13
3.	Eigene Untersuchungen	14
3.1	Material	14
3.1.1	Tiermaterial, Haltung, allgemeine Einsatzbedingungen der Tiere	14
3.2	Methodik	16
3.2.1	Beschreibung der der Untersuchung zugrunde gelegten Belastung	16
3.2.2	Probenentnahme und Aufbereitung	17
3.2.3	Ergänzende Untersuchungen	18
3.2.4	Laboruntersuchungen	18
3.2.5	Statistische Methoden	19
3.3	Eigene Ergebnisse	21
3.3.1	Hämatologie	21
3.3.2	Enzymaktivitäten im Serum	34
3.3.3	Metaboliten im Blut	41
3.3.4	Ergänzende Untersuchungen	49
3.3.5	Tabellen	55
4.	Diskussion	76
5.	Zusammenfassung (Summary)	91
6.	Literaturverzeichnis	93

1. Einleitung

Die Beurteilung des Leistungszustandes von Pferden im Leistungssport ist in den letzten Jahren vermehrt untersucht und diskutiert worden.
Angeregt durch die guten Erfahrungen, mit der Bestimmung von Blutparametern beim Pferd die Anpassung an bestimmte Belastungssituationen zu erkennen, bzw eine Aussage über die momentane Leistungsfähigkeit machen zu können, entstand die Idee, bei als Tragtieren eingesetzten Maultieren und Haflingern diese Methoden zu erproben.

Tragtiere sind einer besonders intensiven, jedoch anders gearteten Belastung als Sportpferde, ausgesetzt.
Es besteht ein Interesse, die bisherigen subjektiven Beobachtungen über den Leistungszustand der Tiere anhand objektiver Beurteilungskriterien zu bestätigen. Des weiteren werden zusätzliche Erkenntnisse zu der Frage erwartet, ob Maultiere zum Tragtiereinsatz unter oft extremen Bedingungen besser geeignet sind als Haflinger.

Voraussetzung aber, um brauchbare Ergebnisse zu erlangen ist das Bemühen, Faktoren, die auf die Höhe der Blutkonzentrationen Einfluß nehmen können, weitestgehend auszuschalten oder zumindest zu erfassen, um sie in Beziehung zu den Meßergebnissen zu setzen.
Außerdem muß, um einen Vergleich zwischen den einzelnen Untersuchungen überhaupt zu ermöglichen, bei der ständig wechselnden Belastungsintensität der verschiedenen Einsätze der Tiere, eine in regelmäßigen Abständen erfolgende und ständig gleichbleibende Belastung der Tiere gefunden werden, die ausreicht, um erkennbare Unterschiede zwischen den physiologischen Blutwerten in Ruhe und nach Belastung hervorzurufen.

2. Literaturübersicht

2.1 Beschreibung der verwendeten Blutparameter

2.1.1 Hämatologie

2.1.1.1 Erythrozyten

Durch Belastung erfolgt ein Anstieg der Erythrozytenparameter Hämatokrit, Erythrozytenzahl und Hämoglobin im Blut (ASHEIM 1970, KEENAN 1979, KRYZWANEK et al. 1972 1973 1974 a, MILNE 1975 1976, SRETER 1959, VERTER et al. 1966). Dieser Anstieg wird verursacht durch eine Entleerung der Milz (KRYZWANEK 1973 1974 a, TORTEN und SCHALM 1964), als auch einer Freisetzung von Erythrozyten aus der Milz und einer Hämokonzentration (CRAIG 1985) infolge Wasserverlustes aus dem Extrazellulärraum (KEENAN 1979), bzw. Wasserverlust aus dem intravasalen Raum (MILNE et al. 1976).
Zwischen der Belastungsintensität und dem Anstieg der Erythrozytenparameter nach Belastung besteht eine Abhängigkeit (KRYZWANEK et al. 1972, MILNE 1975, SRETER 1959, SCHNEIDER 1982).
SCHNEIDER (1982) begründet den Anstieg des Hämatokrit nach Belastung nicht nur mit einer Mobilisierung der roten Blutkörperchen aus Milz, Lunge und Knochenmark, sondern auch einer teilweisen Umverteilung des Blutplasmas, die zu einer Viskositätenerhöhung des Blutes führt.
Die Sauerstoffkapazität des Blutes wird durch das Hämoglobin gewährleistet. Diese und das Kreislaufzeitvolumen ergeben als Produkt die Sauerstofftransportkapazität des Blutes, welche zusammen mit der höchstmöglichen Sauerstoffutilisation der Muskulatur und der Diffusionskapazität der Lunge die maximale Sauerstoffaufnahme gewährleisten.
Der Zuwachs an Sauerstoffkapazität scheint in Gestalt einer charakteristischen "Hämoglobin-Amplitude" als leistungsbegünstigender Faktor von vorneherein vorgegeben zu sein. Er wird bei hinreichender Belastung fast vollständig ins Spiel gebracht, ohne in seinem Maximalbetrag von Übungseffekten abhängig zu sein. (KRYZWANEK et al. 1977).
Der Ruhehämoglobingehalt des Blutes wird durch Training beeinflußt. Der höhere Hämoglobingehalt bei älteren Pferden wird mit einem längeren und intensiveren Training als bei jungen

...

Tieren in Verbindung gebracht. Der Grad der Hämoglobinerhöhrung nach Belastung entspricht in den meisten Fällen der Höhe der Erythrozytenmobilisierung. Ausnahmen sind dann möglich, wenn hämoglobinreichere oder -ärmere Erythrozyten in das zirkulierende Blut ausgeschüttet werden. (SCHNEIDER 1982).
Bei Maultieren, die als Tragtiere eingesetzt werden, wurden allgemein höhere Hämoglobinwerte festgestellt, als in der Literatur für das Pferd angegeben werden. Diese Erhöhung wird mit der regelmäßigen Arbeitsleistung in unterschiedlicher Höhenlage in Zusammenhang gebracht. Besonders bei Maultieren, die älter als 20 Jahre waren, fiel auf, daß diese Tiere zwar kleinere Erythrozytenzahlwerte als jüngere Tiere, dafür aber höhere Hämoglobinwerte hatten. Es scheint sich hierbei um eine Kompensation zu handeln. (LEMMER et al. 1980).

Die Erythrozytenindices werden aus den Erythrozytenparametern berechnet und haben folgende Bedeutung:

$$MCV = \frac{\text{Hämatokritwert}}{\text{Erythrozytenzahl}}$$; durchschnittliches Volumen eines Erythrozyten

$$MCH = \frac{\text{Hämoglobingehalt}}{\text{Erythrozytenzahl}}$$; durchschnittlicher Hämoglobingehalt eines Erythrozyten

$$MCHC = \frac{\text{Hämoglobingehalt}}{\text{Hämatokritwert}} = \frac{MCH}{MCV}$$; Hämoglobinkonzentration in dem durch Zentrifugieren vom Serum abgetrennten Blutkuchen;

Hämoglobinkonzentration im Erythrozyten;

Verhältnis von Hämoglobingehalt und Volumen eines Erythrozyten

Das durchschnittliche Erythrozytenvolumen ist genetisch festgelegt, wobei jugendliche Erythrozyten ein größeres durchschnittliches Volumen haben als ältere. Dies führt bei maximaler Blutbildung beim Pferd zu einem Anstieg des Erythrozytenvolumens. Der Hauptteil des Häms wird im Rahmen der Blutbildung noch vor dem Kernverlust der Erythroblasten gebildet.
Reife Erythrozyten stellen kein Hämoglobin her (SCHALM et al. 1975).

UNIV. LEIDEN BIBL.

...

Beim Pferd kann unter extremen Bedingungen, wie z.B. akutem Blutverlust oder schwerer Hämolyse, der durchschnittliche Hämoglobingehalt der Erythrozyten ansteigen, jedoch nur um den minimalen Wert von 4,3 pg (LUMSDEN 1975 b).
Intensive Belastung in Form eines beginnenden Trainings löst Sauerstoffmangel aus und führt über die Erhöhung des Erythropoetinspiegels im Plasma zur Erythropoese. Im zirkulierenden Blut treten dann neben Retikulozyten vermehrt junge Zellformen mit einem größerem mittleren Volumen auf. (WOLF 1977).
COLLINS et al. (1969) konnten bei sechs bis neun Jahre alten Pferden während der Olympiade in Mexico City (ca. 2250 m ü.M.) eine Zunahme des MCV von 46,1 auf 70,6 pg während des siebenwöchigen Aufenthaltes feststellen.
Nach Belastung kommt es zu einem geringen Anstieg des MCH. Das bedeutet, daß die Erythrozyten nach Belastung hämoglobinreicher sind. Während einer Trainingsperiode kann es zu erheblichen Schwankungen des MCH kommen, die Differenzen zwischen Ruhe und Belastungswerten ändern sich aber kaum. (SCHNEIDER 1982).
Während des Trainings von 2-jährigen Vollblütlern konnte CATLING (1974) bei der MCHC eine durchschnittliche Zunahme von 0,7 % pro Monat feststellen. MULLEN (1979) begründet die Zunahme des MCHC bei 2-jährigen Pferden im Training mit entsprechenden Anstiegen des Hämoglobingehaltes und Hämatokrit bei trainierten Pferden gegenüber untrainierten. Diese Anstiege beruhen auf einer besseren aeroben Kapazität. Bei längerem Training im Bereich der allgemeinen Ausdauer sinkt der mittlere Hämoglobingehalt. Trotzdem haben leistungsstarke Pferde höhere MCHC-Werte (SCHNEIDER 1982).

2.1.1.2 **Blutkörperchensenkungsreaktion**

Die Blutkörperchensenkungsreaktion gehört zu den Labilitätsreaktionen und kann als Suchtest eingesetzt werden.
Die Senkungsgeschwindigkeit ist von zahlreichen Faktoren der Zellen(Zellzahl, Zellgröße, Zellform und Oberflächenspannung) und des Plasmas (Fibrinogen, Globuline) sowie auch von Art und Konzentration des Antikoagulanz abhängig. (KRAFT W. und DÜRR 1981).

...

Voraussetzung für das Eintreten einer Senkung ist die Ballungsbereitschaft der Erythrozyten. Diese ist am stärksten beim Pferd (SCHEUNERT und TRAUTMANN 1965). Körperliche Belastung verlangsamt die Erythrozytensenkung (DALTON 1972, VERTER 1966), und zwar in Abhängigkeit von der Arbeitsanstrengung (DUSEK 1967), bzw. dem Grad der "Fitness" (NEUMANN-KLEINPAUL 1952, STEEL 1960). Als Ursachen der verlangsamten Sedimentation werden folgende Ursachen diskutiert:

1. Nach Arbeitsbelastung quellen die Erythrozyten durch die Wirkung des ausgeprägten, beeinflußten azidobasischen Gleichgewichtes auf (DUSEK 1967).
2. Die Anzahl der Erythrozyten erhöht sich durch die Freisetzung aus den Reservoirs (DUSEK 1967, VERTER 1966). Als Folge davon ergibt sich
3. ein Anstieg des mittleren Zellvolumens (MCV) (DUSEK 1967, STEEL 1960), und
4. ein Anstieg des Gesamteiweißes(VERTER 1966).

COLLINS et al. (1969) konnten während eines siebenwöchigen Aufenthaltes in Mexiko-City anläßlich der Olympiade 1968 eine Reduzierung der Senkungsgeschwindigkeit von durchschnittlich 49,4 mm auf 6,1 mm, jeweils abgelesen nach 30 min,feststellen.

2.1.1.3 **Leukozytenzahl**

Nur ein sehr kleiner Teil der gesamten Leukozyten des Organismuses befindet sich im peripheren Blut.
Im Zusammenhang mit Kurzstreckenbelastung stellten DUSEK(1973) und VERTER (1966) einen Anstieg der Leukozytenzahlen durch Belastung fest.
Dieselbe Beobachtung wurde auch bei Langstreckenbelastung von CARDINET et al. (1963 b), CARLSON et al. (1976) und SNOW et al. (1982) gemacht.
Trainingsbedingt konnten MULLEN et al. (1979) bei 2-jährigen Pferden einen Anstieg der Leukozytenzahl feststellen.

...

Die Belastungs-Leukozytose beruht auf folgenden Mechanismen:

1. Freisetzung von Leukozyten aus dem Knochenmark unter dem Einfluß der natürlichen Corticosteroide. Dies gilt insbesondere bei Ausdauerbelastung (SCHALM et al. 1975, SNOW et al. 1982).
2. Durch verstärkten Lymphfluß, Einstrom von Leukozyten in das Blut (SCHALM et al. 1975).
3. Durch verstärkten Blutfluß im Kapillarbett "Auswaschung" von im Ruhezustand hier sequestrierten Leukozyten (SCHALM 1975).
4. Durch verstärkten Blutfluß "Auswaschung" von Leukozyten aus Blutdepots (DUSEK 1973).

2.1.2 **Enzymaktivitäten im Serum**

Ein Antieg der Serumaktivität von Enzymen weist auf eine akute Schädigung des bzw. der Herkunftsorgane hin.
Die für diese Untersuchung interesannten Zellenzyme lassen sich in ubiquitär vorhandene und in organspezifische unterscheiden, wobei der Begriff organspezifisch als relativ aufzufassen ist. Neben wenigen absolut organspezifischen Enzymen haben die meisten Enzymen in bestimmten Organen eine weitaus höhere Konzentration als in anderen Organen. (GERBER 1975).
Entscheidend für die Beurteilung einer erhöhten Serumaktivität eines Zellenzyms ist

a) die Kenntnis der unter normalen Bedingungen physiologischen Ruhewerte
b) die Lokalisation des Enzyms innerhalb der Zelle
c) die Mechanismen des Enzymaustritts aus der Zelle und
d) die Elimination des Enzyms aus dem Serum

2.1.2.1 **Transaminasen GOT und GPT**

Über einen Anstieg der GOT- und GPT-Aktivitäten nach Kurzstreckenbelastung berichten CODAZZA et al. (1974), SAKURAI et al. (1969) und ULLRICH (1966).
Einen Anstieg der GOT-Aktivität nach Belastung stellten weiterhin MILNE (1974), RIETHMÜLLER (1970), RIETHMÜLLER und WELS (1972) und SCHRÖPFER (1984) fest. ...

Als Ursachen für den Serumwertanstieg wird eine Veränderung der Zellpermeabilität durch Hypoxie (MILNE 1974) oder hervorgerufen durch Energiemangel (RIETHMÜLLER 1970, RIETHMÜLLER Und WELS 1972, GERBER 1963) diskutiert. ULLRICH (1966) erwägte Mikroläsionen an der Muskulatur hypoxische Membrandefekte an den Mitochondrien bei Transaminaseerhöhung, eine Veränderung des Gleichgewichtes von Einstrom bzw. Elimination des Enzyms in bzw. aus dem Serum, und beim Anstieg der GPT-Aktivität eine Hämokonzentration. Keine Veränderungen der GOT-Aktivität ergaben sich bei den Untersuchungen von JEFFCOT (1974), KEENAN (1979) und ANDERSON (1975 b), die Veränderungen nur im Bereich der Tagesschwankungen feststellen konnten.
Steigen die Enzymaktivitäten der GOT, aber auch der CK und LDH weit über das normale Maß hinaus an, deutet dies auf Muskel oder Sehnenerkrankungen hin, ohne daß klinische Symptome bereits sichtbar sein müssen. Pferde, deren GOT-Aktivität nach Rennbelastung im Normalbereich bleiben, sind den wechselnden intensiven Belastungen hinreichend angepaßt. Eine Anpassung an hohe Belastungen äußert sich darin, daß nach einer vorübergehenden Aktivitätszunahme eine Stabilisierung der Enzymaktivität auf einem geringen Niveau auftritt (SCHNEIDER 1982).
Trainingsbedingt wurde bei der Mehrzahl der Autoren ein Anstieg der Aktivität bei der GOT beobachtet. (BLACKMORE und ELTON 1975, CARDINET 1963 a, CORNELIUS et al. 1963, MULLEN et al. 1979, RIETHMÜLLER 1970, RIETHMÜLLER und WELS 1972, SOMMER 1980, ULLRICH 1966).
GRÜN et al. (1977) konnten keinen signifikanten Veränderungen feststellen. Zu Beginn des Trainings gab es Zu- später jedoch wieder Abnahmen der GOT-Aktivität.
Keinen Unterschied konnte auch ULLRICH (1966) bei den GPT-Aktivitäten zwischen trainierten und untrainierten Pferden feststellen.

...

2.1.2.2 **Creatinkinase**

Dieses Enzym ist durch seine besondere Muskelspezifität bei Mensch und Haustieren charakterisiert, wobei auch im Gehirn bei Mensch und Pferd erhebliche Aktivitäten gefunden werden. Als Quelle erhöhter CK-Aktivität dürfte das Zentralnervensystem aber keine erhebliche Rolle spielen. Beim Pferd ist auch die relativ hohe Aktivität im Myokard zu beachten (GERBER 1964 b, 1969, 1975).
Abhängig vom Trainingszustand bzw der Belastungsintensität läßt sich ein unterschiedliches Ansteigen der CK-Aktivität nach Belastung feststellen. Bei untrainierten Pferden wird durch Belastung ein Anstieg der CK-Aktivität im Serum hervorgerufen. (ANDERSON 1975 a, CODAZZA et al. 1974, KEENAN 1979, MILNE 1974, RIETHMÜLLER 1970, SEREN 1977).
Trainierte Pferde zeigen keine signifikanten Veränderungen der CK-Aktivität nach Belastung (JEFFCOT 1974, MILNE et al. 1976).
Durch Training findet eine bessere Sauerstoffversorgung der Muskulatur statt und als Folge davon ein geringeres Freisetzen von Zellenzymen, wie z.B. Creatinkinase (ANDERSON 1975 a, SEREN 1977). So erfolgt durch wiederholte Belastungen ein Anpassen der biochemischen Vorgänge (AITKEN et al. 1974). BEST und SOMMER (1978), BLACKMORE und ELTON (1975), MULLEN et al. (1979), RIETHMÜLLER (1970), RIETHMÜLLER und WELS (1972)und SOMMER (1980) stellten bei Vollblütern anhand von regelmäßigen Untersuchungen während des Trainings ein Ansteigen der physiologischen Ruhewerte fest.
Bei Warmblütern konnte jedoch MILNE et al. (1976) und SEREN et al. (1977) während einer Trainingsperiode kein Ansteigen der Ruhewerte beobachten.

2.1.2.3 **Laktatdehydrogenase**

<u>LDH</u>
Bei der Bestimmung der LDH-Aktivität im Serum werden alle Isoenzyme erfaßt.

...

Über einen Anstieg der LDH-Aktivität im Serum nach Kurzstreckenbelastung berichteten ANDERSON (1975a), CODAZZA et al. (1974), GRÜN et al. (1977), SCHMIDT K.H. (1979) und SCHRÖPFER (1984).
Eine Abnahme der LDH-Aktivität durch Belastung konnten RIETHMÜLLER (1970), RIETHMÜLLER und WELS (1972) feststellen, wohingegen MILNE et al. (1976) keine Veränderungen beobachten konnte. MILNE et al. (1976) begründen ihre Ergebnisse mit einer weiten Streuung der Meßergebnisse. Die relativ geringe Belastungsintensität dürfte hier auch eine Rolle gespielt haben (SCHRÖPFER 1984).RIETHMÜLLER (1970) und RIETHMÜLLER und WELS (1972) begründen die Abnahme der LDH-Aktivität mit einem Verbrauch des Enzyms in der Glykolyse.
Trainingsbedingte Antiege der LDH-Aktivitäten fanden GRÜN et al. (1977), RIETHMÜLLER (1970) und RIETHMÜLLER und WELS (1972). Auf keinen Einfluß durch Training wiesen BEST und SOMMER (1978) und MILNE et al. (1976) und SOMMER (1980) hin. Eine Abnahme der LDH-Aktivität durch Training stellte SCHRÖPFER (1984) fest.
Eine Erklärung für diese unterschiedlichen Ergebnisse kann anhand der Literatur nicht gegeben werden.

<u>α-HBDH</u>
Die α-Hydroxybutyratdehydrogenase (α-HBDH) entspricht dem LDH_1-Isoenzym.
BLACKMORE (1975) konnte eine trainingsabhängige Aktivitätszunahme der α- HBDH feststellen.

2.1.3. **Metaboliten im Blut**

2.1.3.1 **Glukose**

Die Glukose erfüllt im wesentlichen ihren Zweck als Energiesubstrat, wobei sie in allen Organen als Energielieferant dienen kann. Dem Blut kommt hierbei eine wesentliche Transportfunktion zu.
Über eine Abnahme der Glukosekonzentration nach Kurzstreckenbelastung berichten KRYZWANEK et al. (1972, 1973 , 1977).
Sowohl Zunahme als auch Abnahme der Glukose nach Kurzstreckenbelastung stellten ANDERSON (1975 b), KRYZWANEK et al. (1974 a)...

TAKAGI und SAKURAI (1971) und SRETER (1959) fest.
Immer eine Zunahme der Blutglukose durch Kurzstreckenbelastung beobachteten ULLRICH (1966), CODAZZA et al. (1974), LINDHOLM und SALTIN (1974), SNOW und MACKANZIE (1977a), SNOW et al. (1979) und PÖSÖ (1983).
Das unterschiedliche Verhalten, teils Absinken, teils Ansteigen der Konzentration,ist abhängig von der Belastungsintensität (KRYZWANEK et al. 1974 a, SCHRÖPFER 1984).
Diese ist auch verantwortlich für das unterschiedlich starke Ansteigen der Werte (SNOW und MACKENZIE 1977 a, SNOW et al. 1979). Einen entscheidenden Einfluß auf die Konzentration hat das Gleichgewicht zwischen Mobilisation, also Glykolyse in der Leber und Utilisation in der Muskulatur, d.h. ein Anstieg der Glukosekonzentration bedeutet ein Überwiegen der Mobilisation, eine Abnahme ein Überwiegen der Utilisation (KRYZWANEK et al. 1972 1977, ANDERSON 1975 b, TAKAGI und SAKURAI 1971, ULLRICH 1966, SNOW und MACKENZIE 1977 a).
Außerdem muß berücksichtigt werden, daß die Blutglukose zur Energiegewinnung im Muskel erst herangezogen wird, wenn die Glykogenvorräte erschöpft sind (SNOW und MACKENZIE 1977 a, SNOW et al. 1979).
Im Falle der Langstreckenbelastung spielt das Gleichgewicht zwischen Mobilisation und Utilisation ebenfalls eine Rolle (SNOW und MACKENZIE 1977 b, ROSE et al. 1977, ROSE und SAMPSON 1982).
Aus diesem Grunde kann bei Langstreckenbelastung, die Glukosekonzentration abnehmen (LUCKE und HALL 1978, ROSE et al. 1977, SNOW et al. 1982), gleichbleiben oder ansteigen (SNOW und MACKENZIE 1977 b, ROSE 1980 , ROSE und SAMPSON 1982).
Training hat keinen Einfluß auf die Ruhekonzentration der Glukose (MULLEN et al. 1979, SCHRÖPFER 1984) und auf das Verhalten der Glukosekonzentration nach Belastung (SNOW und MACKENZIE 1977 a).

2.1.3.2 **Laktat**

Bis zu einem gewissen Grad kann die aktuelle Stoffwechsellage der arbeitenden Muskulatur an Hand der Laktatkonzentration im Blut beurteilt werden und zwar dahingehend, ob die für die Muskulatur wichtige Energiebereitstellung vorwiegend aerob bzw anaerob verläuft (STRAUB 1984).

...

Kurzstreckenbelastung ruft beim Pferd einen Anstieg der Laktatkonzentration im Blut hervor (AITKEN 1974, ANDERSON 1975 a, ASHEIM 1970, BRADY 1977, CRAIG 1985, FRANKE 1974, KRYZWANEK 1974 b 1977, LINDHOLM 1974, PÖSÖ 1983, SKWARLO 1973, SNOW und MACKENZIE 1977a), wobei der Anstieg abhängig von der Belastungsintensität (AITKEN 1974, ANDERSON 1975 a, CRAIG 1985, KRYZWANEK 1972 1974 b, LINDHOLM 1974,SKWARLO 1973) vom Belastungsumfang und dem Trainingszustand (SCHNEIDER 1982) ist.
KRYZWANEK(1973), MILNE et al. (1976) und SEREN et al.(1977) stellten fest, daß nach gleichbleibender, absoluter Belastung der Laktatgehalt im Blut bei einem Training geringer ansteigt, als vor dem Training.

2.1.3.3. **Bilirubin**

SCHMIDT B. (1980), SCHRÖPFER (1984) und SRETER (1959) konnten keine signifikante Veränderung der Serumkonzentration nach Kurzstreckenbelastung feststellen. Bei Rennbelastungen konnten SOMMER (1982) und SRETER (1959) jedoch eine Hyperbilirubinämie beobachten. SRETER führt dies auf eine verringerte osmotische Resistenz der aus der Milz entspeicherten Erythrozyten zurück.
LUCKE und HALL (1980), ROSE et al. (1977 1980) und SNOW et al. (1982) beobachteten bei Langstreckenbelastung Anstiege der Serumbilirubinkonzentration. Als Ursache nennen sie intravasale Hämolyse (LUCKE und HALL 1980, ROSE et al. 1977 1980) und eine Beeinträchtigung der Leberfunktion (ROSE et al. 1977 1980)
Bei Pferden im Training ermittelten GERBER, STRAUB und TSCHUDI (1975) deutlich höhere Werte als bei Tieren in Ruhe. Das gleiche beobachteten BEST und SOMMER (1978), BEST(1979 c), GERBER(1964 a)und SCHRÖPFER (1984) bei den Ruhewerten.
Diese Bilirubinanstiege im Serum werden durch die wiederholten Belastungen (BEST und SOMMER 1978) und dem damit erhöhten Erythrozytenumsatz begründet. Nach Ende des Trainings stellt sich das Verhältnis zwischen Erythrozytenauf-und -abbau wieder auf die Verhältnisse vor dem Training ein (SCHRÖPFER 1984).

...

2.2. Bemerkungen zu den untersuchten Parametern

Einen Überblick über die diagnostische Bedeutung der untersuchten Parameter bei pathologischen Meßwerten gibt die einschlägige Literatur (GERBER et al. 1973, KRAFT H. 1964, KRAFT W. et al. 1975, KRAFT W. und DÜRR 1981, SCHMIDL und VON FORSTNER 1985).

Sollen Blutuntersuchungen, gerade zur Erkennung von Überbelastungserscheinungen eingesetzt werden, sind eine Vielzahl von Faktoren zu berücksichtigen, deren Einfluß auf die Höhe verschiedener Parameter zu Fehlinterpretationen führen kann.

Zum einen sind es solche, die sich nach der Blutentnahme auf die Proben an sich auswirken (Hämolyse, Lagerungstemperatur und -dauer, Meßmethode), zum anderen handelt es sich um tierspezifische Einflüsse endogener oder exogener Natur wie Alter, Geschlecht, Rasse, Abstammung, sowie Aufregung bei der Blutentnahme , Fütterung, Training und Belastung (BEST 1979 c).

Die Stabilität der einzelnen Blutparameter nimmt mit zunehmender Lagerungsdauer und Temperatur ab.

Eine Lagerung bei -20° C gewährt meist die größte Haltbarkeit (SCHMIDL und VON FORSTNER 1985). Von Bedeutung für die Vergleichbarkeit von Ergebnissen ist die verwendete Bestimmungsmethode. Dies wirkt sich besonders bei Enzymmessungen aus, wo der Übergang von 25° C auf 37° C zu einer Erhöhung der Enzymaktivität um das zwei- bis dreifache führt (LIPPERT 1978).

Aufregung zum Zeitpunkt der Blutentnahme wirkt sich in einer mittleren bis starken Erhöhung beim Hämoglobin (STEWART RIDLE und SALMON 1977) und bei der Leukozytenzahl (KRAFT W. und DÜRR 1981) aus.

Alterseffekte werden vorwiegend für die Parameter CK, Bilirubin, Hämatokrit und Hämoglobin beschrieben (BLACKMORE und KENT 1977, KRONFELD und MEDWAY 1969, GYGAX und GERBER 1973, COLLINS 1971, MILL und WOLf 1977, BEST 1979 c, LEMMER et al. 1980).

Beobachtungen von VON GLASENAPP (1972), KÜPPER (1976) und SCHMIDT K.H. (1979) über tageszeitliche Schwankungen von Enzymaktivitäten und des Gehaltes an Blutmetaboliten, sowie

...

entsprechende Untersuchungen bei anderen Haustieren (SINGER 1985 u.a.) geben einen Hinweis auf einen möglichen Einfluß circadianer Rhythmen beim Pferd auf die untersuchten Parameter.

2.3 Arbeitswerte in der Laboratoriumsdiagnostik beim Pferd

Eine Vielzahl von Autoren hat sich mit der Problematik einheitlicher "Normwerte" beim Pferd beschäftigt (BEST 1979 a b c, BLACKMORE 1975, EIKMEIER 1982, GERBER et al. 1973). Eventuelle Rasseunterschiede sind zu beachten (EIKMEIER 1982, SCHMIDL und VON FORSTNER 1985).

Im Frühjahr 1981 fand in Giessen ein Symposium der Fachgruppe Innere Medizin der Deutschen Veterinärmedizischen Gesellschaft statt. Die empfohlenen Arbeitswerte dieses Symposiums, die für diese Untersuchung relevant sind, sind in Tabelle 1 dargestellt. Sie gelten für über 3 Jahre alte, ausgeruhte Warmblutpferde (EIKMEIER 1982).

Sie werden den von LEMMER et al. (1980), WEIGERT et al. (1980) und SCHECK et al. (1980) gefundenen Mittelwerten von als Tragtieren der Bundeswehr eingesetzten Haflingern und Maultieren gegenübergestellt.

Tab. 1:

Arbeitswerte der Laboratoriumsdiagnostik von Warmblutpferden, Haflingern und Maultieren (nach DVG 1981, LEMMER WEIGERT SCHECK und NOREISCH 1980)

		Warmblut	Haflinger		Maultier	
			$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Erythrozyten	$x10^6/\mu l$	6,0-10,0	6,2	1,2	7,8	8,3
Hämatokrit	Vol %	32-46	34,8	4,0	42,5	3,8
Hämoglobin	g/100ml	11,0-17,0	12,9	1,4	15,4	1,4
MCV *	μm^3	37-55	57,5	17,7	66,6	20,7
MCH *	pg	13-19	21,4	5,5	24,3	7,9
MCHC *	g/100 ml	31-36	--	--	--	--
BKS(WESTERGREN)**	mm	50/120	--	--	--	--
Leukozyten	/µl	5000-10000	8200	1820,7	7795	1533,7
GOT (AST) opt.	U/l	bis 240	146,8	37,0	117,8	30,1
GPT (ALT) opt.*	U/l	bis 15	5,6	4,1	3,7	1,0
CK NAC akt.	U/l	bis 90	71,3	23,3	39,1	17,9
LDH opt.	U/l	bis 300	380,1	98,6	236,9	86,6
α-HBDH opt.	U/l	bis 170	216,3	54,4	134,6	43,6
Glukose	mg/100ml	55-90	82,8	15,5	80,3	16,0
Laktat	mg/100ml	bis 8,0	--	--	--	--
Bilirubin (ges.)	mg/100ml	0,5 - 2,8	0,98	0,10	1,02	0,29

* nach KRAFT W. und DÜRR (1981)
** nach KRAFT H. (1964) (abgelesen nach 1 und 24 Stunden)

3. Eigene Untersuchungen

3.1 Material

3.1.1 Tiermaterial, Haltung, allgemeine Einsatzbedingungen der Tiere

In die Untersuchung wurden 15 Maultiere und 10 Haflinger einbezogen.Diese Tiere gehören zu einer Population von 54 Tragtieren, die bei der Gebirgstragtierkompanie 230 der Bundeswehr in Bad Reichenhall zum Einsatz kommen.
Das Maultier ist eine Kreuzung aus einem Eselhengst und einer Pferdestute. Im Exterieur finden sich sowohl kleine kräftige Tiere mit einem Stockmaß von 149 cm, als auch große, feingliedrige oder auch große, kräftige Tiere mit einem Stockmaß von bis zu 171 cm.
Die in die Untersuchung einbezogenen Tiere stammen bis auf eines aus Sizilien, wo sie im Alter von 3 - 5 Jahren eingekauft wurden.Das Alter der Tiere schwankte zum Untersuchungszeitpunkt zwischen 19 und 27 Jahre. Ein Tier, ein Jahr vorher in den Abruzzen gekauft, war 4 Jahre alt.
Bei den Haflingern handelt es sich um den ursprünglichen, schweren Typ, wie er in den 60er Jahren in Oberbayern gezüchtet wurde. Das Alter schwankte zwischen 19 und 21 Jahre. Auch diese Tiere werden seit über 15 Jahren als Tragtiere eingesetzt.
Alle Tiere waren zum Untersuchungszeitpunkt klinisch gesund.

Die Tiere werden in zwei Ställen, und dort wiederum getrennt nach Maultieren und Haflingern in Anbindehaltung gehalten.
Die tägliche Futterration besteht aus 3 kg Hafer, 5 kg Heu, 5 kg Stroh und bei Bedarf Mineralfutter. Das Stroh dient gleichzeitig als Rauhfutter und Einstreu. Hafer wird morgens und mittags, Heu spät nachmittags gefüttert. Die erste Ration wird morgens, abhängig von den Abmarschzeiten so rechtzeitig gefüttert, daß eine ungestörte Futteraufnahme möglich ist.

...

Tab. 2:

Aufstellung der in die Untersuchung einbezogenen Tiere

Maultiere

Nr	Geschlecht	Alter in Jahren	Stockmaß in cm
1	weiblich	19	170
2	männlich	20	164
3	männlich	19	158
4	weiblich	27	164
5	männlich	18	167
6	weiblich	20	164,5
7	männlich	20	149
8	männlich	20	149,5
9	weiblich	19	152
10	weiblich	22	171
11	männlich	21	170,5
12	männlich	22	161
13	weiblich	4	153
14	weiblich	24	160
15	weiblich	25	153
Haflinger			
16	männlich	19	142
17	männlich	19	152
18	männlich	19	146
19	männlich	19	146,5
20	männlich	21	150,5
21	männlich	21	148
22	männlich	21	147,5
23	männlich	19	146
24	weiblich	21	148
25	weiblich	19	147,5

Tragtiere werden ausschließlich zum Lastentransport im Gebirge oder schwierigem Gelände genutzt.
Es wird ein spezieller Tragsattel,mit Woilach 46 kg schwer, benutzt. Zusätzlich werden den Tieren je nach Kondition Lasten von bis zu 100 kg, z.T. 120 kg und mehr aufgelastet. Jedes Tier wird von einem Soldaten geführt, ausnahmsweise werden auch 2 Tiere hintereinander gekoppelt. Je nach Last, Weg und Geländebeschaffenheit können die Tiere bis zu 20km und mehr pro Tag zurücklegen. In der Haupteinsatzzeit wird ein Tier 1 bis 2mal pro Woche, unter besonderen Bedingungen auch öfter, eingesetzt. In der einsatzärmeren Zeit werden die Tiere durch Bewegungs-und Tagesmärsche fit gehalten.

...

Im Winter, d.h. von ca. Mitte November bis März besteht für die Tiere eine Art Ruhepause, in der, außer Bewegungsmärschen und möglichst viel Auslauf, keine besonderen Forderungen an sie gestellt werden. Das wiederum bedeutet, daß jedes Jahr im Frühjahr, die Tiere wieder antrainiert werden müssen. Abschließend ist festzustellen, daß diese Tragtiere besonders harten Anforderungen (gebirgiges, felsiges Gelände, schwere Lasten und häufige Einsätze) ausgesetzt sind.

3.2 Methodik

3.2.1 Beschreibung der der Untersuchung zugrunde gelegten Belastung

Von Mitte Mai bis Ende Oktober findet in regelmäßigen Abständen ein Marsch zu einer privat bewirtschafteten Almhütte statt. Sie liegt am Südhang eines ca. 1800 m hohen Berges auf einer Höhe von 1400 m ü.M.. Die Versorgung durch die Tragtiere der Bundeswehr erfolgt auf der Grundlage eines Arbeitsvertrages. Dieser Versorgungsmarsch wurde, da er regelmäßig und mit annähernd gleicher Belastung durchgeführt wird, für die Probengewinnung nach Belastung ausgewählt.
Ein Versorgungsmarsch sieht folgendermaßen aus:

Die Tiere werden, abhängig von der zu erwartenden Tagestemperatur, zwischen drei und vier Uhr früh gefüttert, anschließend zwischen 4.30 und 5.30 Uhr gesattelt, um ca. eine Stunde später im Tal (473 m ü.M.) abzumarschieren. Der Weg besteht anfangs aus Teerstraßen, später aus Forststraßen. Der eigentliche Aufstieg führt dann über schmale Wege, z.T. mit Stufen durchsetzt, zur Hütte.
Unterbrechungen gibt es

1. nach 15 Minuten für eine Gurtrast
2. am unteren Verlastepunkt nach 2,5 km zum Aufnehmen des Transportgutes, oder
3. am oberen Verlastepunkt nach ca. 5,5 km.

Bis auf einmal wurde jedesmal von der Gelegenheit Gebrauch gemacht, das Transportgut auf einer Forststraße mit einem LKW zum oberen Verlastepunkt zu transportieren.
Die Ankunft der ersten Tiere an der Hütte ist etwa zwischen 7.45 und 8.45 Uhr. Es wird sofort abgelastet. Anschließend werden die Tiere an eine provisorische Feldstallung zum Ausruhen angehängt.

Es wird eine Entfernung von 7,6 km und knapp 1000 Höhenmeter zurückgelegt. Diese Hüttenversorgung wird bei jedem Wetter durchgeführt.

3.2.2 Probenentnahme und Aufbereitung

Es wurden an 7 Tagen im Zeitraum Ende Mai bis Anfang Oktober 1985 Blutproben im Ruhezustand und direkt nach Belastung genommen. Aufgrund der guten Erfahrungen (LOTZEMER-JENTGES 1977) und einer bei den Maultieren zu erwartenden Beunruhigung bei der Blutentnahme, wurde zur Blutgewinnung das Vacutainer^{R}-System verwendet. Die Punktion einer Vene erfolgte in der Vena jugularis. Zwangsmaßnahmen waren meistens nicht erforderlich. Tiere, die Zwangsmaßnahmen erforderten, wurden an diesem Tag von der Untersuchung ausgeschlossen, um einen evtl. Einfluß durch die Beunruhigung auf die Ergebnisse auszuschließen.
Da nicht überprüft werden konnte, inwieweit das zur Glukosebestimmung verfügbare Vacutainer^{R}-Röhrchen auch zur Laktatbestimmung geeignet war, wurde direkt nach der Gewinnung 2ml Nativblut in ein mit 80µl Fluroid/EDTA beschicktes Glasröhrchen pipettiert, um entsprechendes Plasma zu gewinnen (SCHMIDL und VON FORSTNER 1985).
Die Proben zur Gewinnung der Ruhewerte wurden unmittelbar vor der Morgenfütterung entnommen. Die Gewinnung der Blutproben nach Belastung erfolgte unmittelbar nach der Ankunft der Tiere an der Almhütte. Hier konnten Verzögerungen von maximal 5 Minuten auftreten. Die Aufbereitung der Proben erfolgte nach den in der Literatur beschriebenen üblichen Methoden (SCHMIDL und VON FORSTNER 1985).
Die im Tal aufbereiteten Proben wurden im Kühlschrank gelagert, bis sie um 08.00 Uhr ins Labor gebracht wurden. Die an der Hütte aufbereiteten Proben wurden in einem Thermobehälter gekühlt und umgehend vorsichtig ins Tal getragen. Diese waren zwischen 12.00 und 13.00 Uhr im Labor.

...

3.2.3 Ergänzende Untersuchungen

Am Abend vor der Probenentnahme wurden alle Tiere eingehend klinisch untersucht. Folgende Befunde wurden zur Ergänzung zusätzlich erhoben:

- Vorbericht (hier wurden insbesondere die Einsätze berücksichtigt, die das Tier in den letzten Tagen vor der Probenentnahme gegangen ist)
- Stockmaß
- Brustumfang (in Ruhe)
- Pulsfrequenz (in Ruhe)
- Atemfrequenz (in Ruhe)

Außerdem wurde am nächsten Morgen das Gewicht des jeweiligen Transportgutes notiert und zum Gewicht des Tragsattels (46 kg) hinzuaddiert.

Direkt nach Belastung, d.h. nach Ankunft an der Almhütte, wurden folgende Befunde erhoben:

- subjektives Urteil des Tragtierführers über die Leistung des Tieres
- kurze Beurteilung des Allgemeinbefindens
- Pulsfrequenz (nach Belastung)
- Atemfrequenz (nach Belastung)
- Verlastepunkt

Die Messung des Brustumfanges(nach Belastung) konnte aus technischen Gründen erst wieder im Tal am abgesattelten Tier vorgenommen werden. Am 5.und 7. Untersuchungstag konnten diese Untersuchungen aus organisatorischen Gründen nur teilweise vorgenommen werden.

3.2.4 Laboruntersuchungen

Folgende Parameter wurden aus den gewonnenen Blutproben im Labor bestimmt:

Hämatologie	Erythrozytenzahl, Hämatokrit, Hämoglobingehalt, MCV, MCH, MCHC, Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit, Leukozytenzahl
Enzymaktivitäten	GOT opt., GPT opt., CK NAC akt., LDH opt., α-HBDH opt.
Konzentration im Blut	Glukose, Laktat, Bilirubin ges.

...

Die Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit wurde im Labor der Gebirgstragtierkompanie nach der Methode von WESTERGREN ermittelt. Die Bestimmung der restlichen hämatologischen Werte erfolgte mit EDTA-Blut in einem zivilen Großlabor mit Hilfe eines Moltronic ELT-8/Hemac R Laser Hämatologie Zellzählers. In Vorversuchen wurde dieses System mit den herkömmlichen Methoden (Neubauer-Zählkammer, Mikrohämatokritbestimmung und Hämoglobincyanid-Methode) verglichen und für geeignet befunden. Mittlerweile wird u.a. dieses Gerät in der veterinärmedizinischen Literatur beschrieben (EDER und FRITSCHE 1986).

Die Enzymaktivitäten und der Gehalt an Bilirubin wurden aus dem Serum bestimmt. Zur Anwendung kamen entsprechende Mikrotests der Firma Boehringer Mannheim und Hoffman La Roche (Bilirubin). Die Analyse erfolgte mit Hilfe eines Autoanalysers (Cobas Bio) des oben genannten Labors.

Der Glukosegehalt wurde ebenfalls mit einem Mikrotest der Firma Boehringer Mannheim, der Laktatgehalt mit einem Mikrotest der Firma Iffa Merieux mit Hilfe eines Photometers bestimmt.

3.2.4 Statistische Methoden

Von den zur Verfügung stehenden Tieren wurden 15 Maultiere und 10 Haflinger in die Untersuchung einbezogen. Die Auswahl der Tiere am jeweiligen Untersuchungstag erfolgte zufällig. Vom Verfasser wurde darauf keinerlei Einfluß genommen.

Die statistische Auswertung umfaßte:

a) Mittelwert-Tabellen mit

- dem arithmetischen Mittelwert
- der Standardabweichung
- dem Standardfehler des Mittelwertes
- den Extremwerten
- dem 95 %-Vertrauensbereich

b) Den Vergleich unabhängiger Stichproben gemessener Werte anhand

- des Vertrauensbereiches des Mittelwertes (s.o.)
- des F-Testes
- des t-Testes
- des Multiple Range Testes

...

Mit dem t-Test erfolgte ein Vergleich

- der Meßergebnisse der Maultiere und Haflinger
- der physiologischen Werte in Ruhe (Ruhewerte) und der entsprechenden Werte nach Belastung (Belastungswerte)
- der durchschnittlichen Ruhewerte der einzelnen Untersuchungstage untereinander
- der durchschnittlichen Belastungswerte der einzelnen Untersuchungstage untereinander
- der durchschnittlichen Differenz zwischen Ruhe- und Belastungswerten(Differenzwerte) der einzelnen Untersuchungstage untereinander

auf signifikante Unterschiede, wobei die Wahrscheinlichkeit

	$p > 0{,}05$	als statistisch nicht signifikant
$0{,}05 >$	$P > 0{,}01$	als schwach signifikant
$0{,}01 >$	$p > 0{,}001$	als signifikant
	$p < 0{,}001$	als hochsignifikant

anzusehen ist.

c) Die Korrelationsanalyse

Wurde bei den Meßergebnissen der Enzymaktivitäten eine deutliche Überschreitung des physiologischen Normalbereiches festgestellt, so wurde dieser Meßwert in den statistischen Berechnungen nicht berücksichtigt. Diese Werte sind in der Aufstellung der Meßwerte mit * gekennzeichnet.

3.3 Eigene Ergebnisse

3.3.1 Hämatologie

3.3.1.1 Erythrozyten

Erythrozytenzahl

Der Vergleich der Meßergebnisse der Maultiere und Haflinger zeigte keine signifikanten Unterschiede.
Mit Ausnahme des ersten und dritten Untersuchungstages gab es beim physiologischen Ruhewert der Erythrozytenzahl zwischen den Untersuchungstagen keine signifikanten Unterschiede. Der durchschnittliche Ruhewert lag bei $6{,}99 \times 10^6$ µl (die jeweilige Standardabweichungen sind in Tab. 8 ersichtlich).
Zwischen den Ruhewerten der Erythrozytenzahl und einem Benotungssystem zur Beurteilung der den jeweiligen Untersuchungsterminen vorangegangenen Belastungen besteht ein signifikanter Zusammenhang (r= 0,2422).
An allen Untersuchungstagen, außer am zweiten, bewirkte die Belastung in Form des Versorgungsmarsches signifikante Anstiege der Erythrozytenzahlen um durchschnittlich $0{,}91 \times 10^6$ µl. Das entspricht einer Zunahme von 13 %.
Die durchschnittlichen Belastungswerte erreichten alle das gleiche Niveau, mit Ausnahme am zweiten Untersuchungstag. Hier ergaben sich signifikant niedrigere Meßwerte im Vergleich zu den anderen Belastungswerten.
Das Verhalten der Erythrozytenzahl an diesem Tag steht im Widerspruch zu den Ergebnissen des Hämatokrit und Hämoglobingehaltes. Bei diesen Parametern gab es hier die höchsten Meßwerte. An diesem Tag zeigte aber auch der Belastungswert des Bilirubingehaltes ein ähnliches Verhalten.(Vgl. Abschnitt 3.3.3.3). Der aus allen Untersuchungstagen berechnete mittlere Belastungswert beträgt $7{,}91 \times 10^6$ ul.
Es besteht ein hochsignifikanter linearer Zusammenhang zwischen den Differenzwerten und der Kennziffer für den jeweiligen Verlastepunkt.
Bedingt durch die Situationen an den ersten drei Untersuchungstagen ergeben sich signifikante Unterschiede des mittleren Differenzwertes am zweiten Untersuchungstag zu fast allen mittleren Differenzwerten und der Differenzwerte der ersten drei Untersuchungstage zum Mittelwert der Differenzen des vierten Untersuchungstages.

...

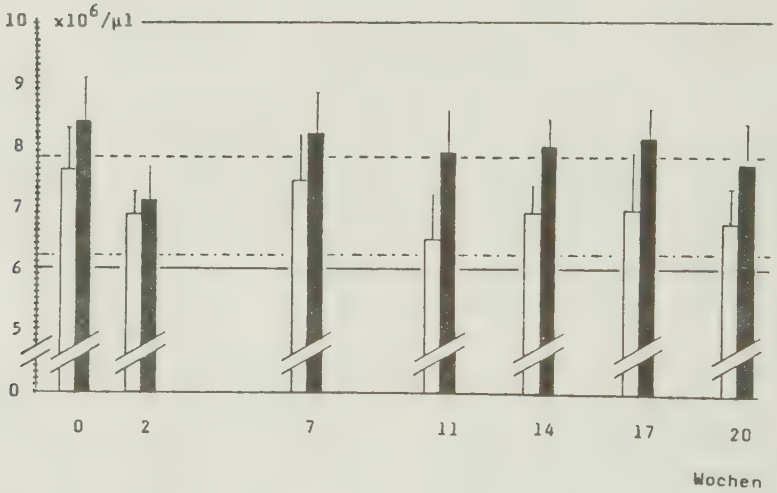
Die Differenzwerte der letzten vier Untersuchungstage haben keine signifikanten Unterschiede.

Abb.1:
Durchschnittliche gemeinsame Ruhe-und Belastungswerte der Erythrozytenzahl von Maultieren und Haflingern an den sieben Untersuchungstagen.

Anmerkung: ———— kennzeichnet den von der DVG 1981 festgelegten physiologischen Normalbereich der Erythrozytenzahl bei Warmblutpferden

-------- kennzeichnet den von LEMMER et al.(1980) ermittelten Mittelwert bei Maultieren

-·-·-·-·- kennzeichnet den von LEMMER et al. (1980) ermittelten Mittelwert bei Haflingern



Hämatokritwert

Beim Hämatokritwert mußte aufgrund der Ergebnisse des t-Testes eine nach Maultieren und Haflingern getrennte Darstellung der mittleren Ruhe-und Belastungswerte erfolgen.
Die Ruhewerten des ersten und dritten Untersuchungstages unterscheiden sich ebenfalls zum Teil signifikant von allen anderen Ruhewerten, jedoch nur bei den Maultieren.

...

Bei den Haflingern konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.
Der durchschnittliche Ruhewert der Maultiere betrug 41,3 Vol %, der der Haflinger 38,0 Vol %.
Belastung rief, außer am dritten und siebten Untersuchungstag signifikante, teils hochsignifikante Unterschiede des Hämatokrits hervor.
Sowohl bei den Haflingern, als auch den Maultieren kann man eine abfallende Tendenz der Belastungswerte erkennen.
Die durch Belastung höheren Hämatokritwerte der Maultiere der ersten drei Untersuchungstage haben größtenteils signifikante Unterschiede zu den gemessenen Werten der übrigen Tage. Der Mittelwert des ersten Untersuchungstages beträgt 48,2 Vol %, der des siebten Untersuchungstages 41,8 Vol %, was einem Unterschied von 13 % entspricht.
Bei den Haflingern sind die mittleren Belastungswerte des ersten und zweiten Untersuchungstages (jeweils 43,4 Vol %) signifikant gegenüber dem des siebten Tages (38,1 Vol%) erhöht. Dies entspricht einem Unterschied von 12 %.
Vernachlässigt man, bedingt durch die relativ erhöhten Ruhewerte, die durchschnittlichen Differenzwerte des ersten und dritten Untersuchungstages, so läßt sich eine abnehmende Tendenz der Differenzwerte feststellen.
Es gibt signifikante Unterschiede zwischen dem niedrigsten Wert (1,5 Vol % am siebten Untersuchungstag) und den beiden höchsten Mittelwerten am zweiten (4,6 Vol %) und vierten Untersuchungstag (6,9 Vol %).

...

Abb. 2:

Durschnittliche Ruhe-und Belastungswerte des Hämatokrit der Maultiere an den sieben Untersuchungstagen.

Anmerkung: ------ kennzeichnet den von LEMMER et al. (1980) ermittelten physiologischen Normalbereich ($\bar{x} \pm 2s$) für Maultiere

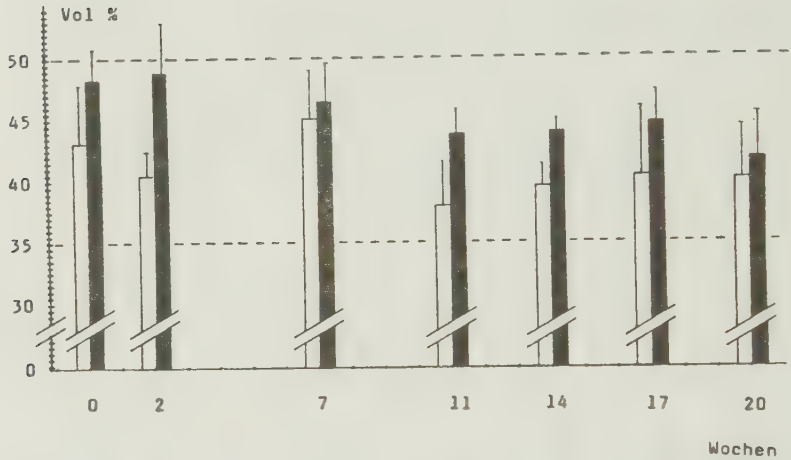
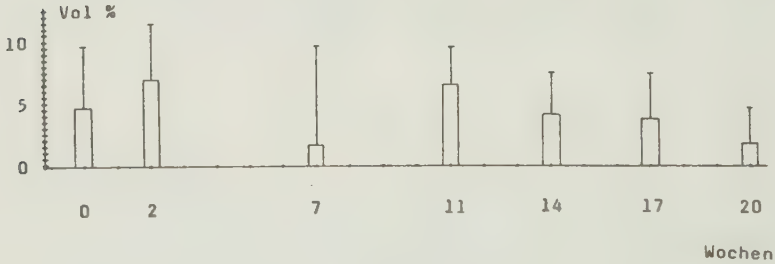


Abb. 3:

Durchschnittliche gemeinsame Differenzwerte des Hämatokrit von Maultieren und Haflingern an den sieben Untersuchungstagen.



Hämoglobingehalt

Bedingt durch die Ergebnisse des t-Testes mußte beim Hämoglobingehalt ebenfalls eine nach Rassen getrennte Darstellung der mittleren Ruhe-und Belastungswerte erfolgen.
Wie bei den bisher beschriebenen Parametern sind beim Hämoglobingehalt der Maultiere ebenfalls z.T. signifikant höhere Ruhewerte am ersten und dritten Untersuchungstag gegenüber den anderen Untersuchungstagen festgestellt worden.
Der durchschnittliche Ruhewert der Maultiere beträgt 13,4 g/100 ml).
Bei den Haflingern, deren Ergebnisse des vierten und sechsten Untersuchungstages aufgrund geringer Probandenzahl (1 bzw 2) nur mit Einschränkung berücksichtigt werden können, ist eine abfallende Tendenz der Ruhewerte erkennbar. So besteht zwischen dem höchsten Wert am ersten (13,2 g / 100 ml) und dem niedrigsten am siebten Untersuchungstag (11,6 g / 100 ml) ein signifikanter Unterschied von 12 %.
Die Belastungswerte sind gegenüber den Ruhewerten, außer am dritten Untersuchungstag,signifikant, teils hochsignifikant erhöht. Sie zeigen bei beiden Rassen ebenfalls eine abnehmende Tendenz. Es bestehen zwischen den höheren und niedrigeren Mittelwerten signifikante Unterschiede.
Zwischen dem ersten und siebten Untersuchungstag besteht bei den Maultieren ein Unterschied von 9,5 % (15,8 g / 100 ml gegenüber 14,3 g / 100 ml) und bei den Haflingern von 8,5 % (14,2 g / 100 ml gegenüber 13,0 g / 100 ml).
Betrachtet man die Graphik der Differenzwerte, so zeigt sich hier das gleiche Bild wie beim Hämatokrit.

...

Abb. 4:

Durchschnittliche Ruhe-und Belastungswerte des Hämoglobingehaltes der Maultiere an den sieben Untersuchungstagen

Anmerkung: ------ kennzeichnet den von LEMMER et al. (1980) ermittelten physiologischen Normalbereich ($\bar{x} \pm 2s$) für Maultiere

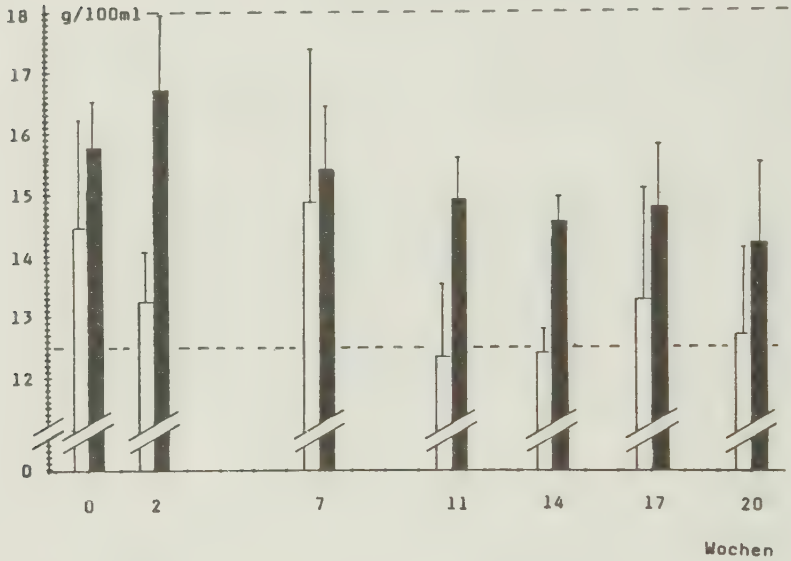
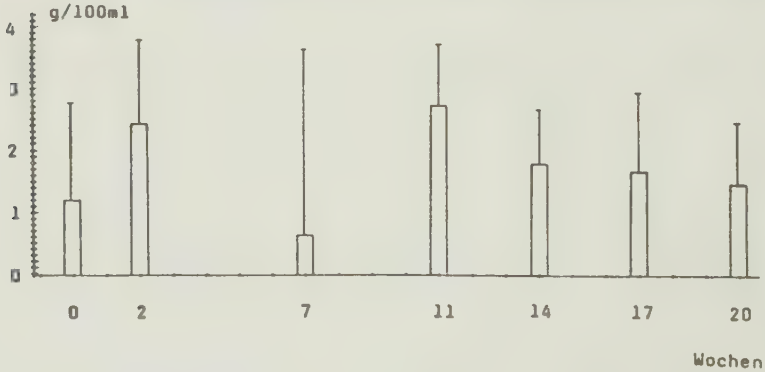


Abb. 5:

Durchschnittliche gemeinsame Differenzwerte des Hämoglobingehaltes der Maultiere und Haflinger an den sieben Untersuchungstagen.



MCV

Beim MCV erfolgt eine nach Rassen getrennte Darstellung der Ruhewerte. Die Belastungs- und Differenzwerte können gemeinsam untersucht werden.
Zwischen den mittleren Ruhewerten der Maultiere bestehen keine signifikanten Unterschiede. Der Durchschnittswert beträgt 58,89 μm^3 mit einer Standardabweichung von 6,06 μm^3. Der der Haflinger beträgt 55,45 μm^3 mit einer Standardabweichung von 2,52 μm^3, wobei bei den Haflingern der Mittelwert des ersten Untersuchungstages sich z.T. signifikant von denen der anderen Untersuchungstage unterscheidet.
Belastung bewirkt zu Beginn der Untersuchungen eine Zunahme, dann aber eine Abnahme des MCV. Die Ruhe- und Belastungswerte unterscheiden sich, außer am ersten und dritten Untersuchungstag hochsignifikant.
Der signifikant erniedrigte Belastungswert der Erythrozytenzahl am zweiten Untersuchungstag bewirkt beim MCV eine signifikante Erhöhung gegenüber allen anderen Mittelwerten.
Wie bei der Erythrozytenzahl besteht auch beim MCV ein hochsignifkanter linearer Zusammenhang des Belastungs- und Differenzwertes mit dem Verlastepunkt ($r = 0,8139$ und $r = 0,6582$).
Weiterhin läßt sich aufgrund der signifikanten Unterschiede zwischen den ersten vier und den letzten drei Untersuchungstagen eine, wenn auch geringe, abnehmende Tendenz des MCV nach Belastung erkennen.
Die Berechnung der Differenzwerte ergibt anfangs positive, ab dem dritten Untersuchungstag aber nur noch negative Ergebnisse mit insgesamt geringer fallender Tendenz.

MCH

Eine nach Rassen getrennte Darstellung der Ruhe- und Belastungswerte ist nötig, die Differenzwerte können jedoch gemeinsam dargestellt werden.
Innerhalb der Ruhewerte bestehen weder bei den Haflingern, noch bei den Maultieren signifikante Unterschiede.

...

Der Durchschnittswert der Maultiere liegt bei 19,16 pg, der der Haflinger bei 17,84 pg.
Signifikante Unterschiede zwischen Ruhe- und Belastungswerten bestehen nur an den ersten und den letzten beiden Untersuchungstagen.
Wie beim MCV ist auch beim MCH der mittlere Belastungswert am zweiten Untersuchungstag sowohl bei den Haflingern als auch bei den Maultieren signifikant gegenüber allen anderen Belastungswerten erhöht.
Auch hier gibt es einen hochsignifikanten linearen Zusammenhang des Belastungs-und Differenzwertes zum Verlastepunkt (r = 0,715 und r = 0,5482).
Bei den Maultieren besteht außerdem ein signifikanter Unterschied des dritten und vierten Belastungswertes gegenüber dem des fünften und siebten Untersuchungstages.
Bei den Differenzwerten lassen sich mit Ausnahme eines höheren Wertes am zweiten Untersuchungstag, keine signifikanten Unterschiede feststellen.

MCHC

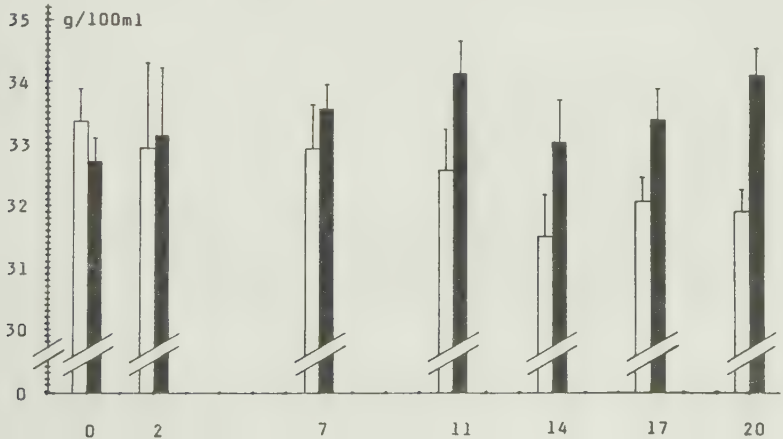
Der Vergleich der Belastungswerte der Maultiere und Haflinger ergibt einen schwach signifikanten Unterschied . Ruhe-und Differenzwerte können gemeinsam untersucht werden. Um aber einen Vergleich der Graphik des MCHC der Maultiere mit den Graphiken des Hämoglobingehaltes und des Hämatokrit zu ermöglichen, erfolgt die graphische Darstellung der Ruhe-und Belastungswerte der Maultiere gemeinsam-
Bei den Ruhewerten besteht eine abfallende Tendenz von durchschnittlich 0,6 % Unterschied zwischen den Untersuchungstage
So existieren zwischen den ersten vier und letzten drei Untersuchungstagen signifikante Unterschiede.
Belastung rief am ersten Untersuchungstag eine Abnahme, an den weiteren dann aber einen zunehmenden Anstieg der durchschnittlichen MCHC-Werte hervor.

...

Zwischen Ruhe-und Belastungswerten bestehen, außer am ersten und dritten Untersuchungstag, schwach bis hochsignifikante Unterschiede. Die Belastungswerte nehmen sowohl bei den Haflingern als auch bei den Maultieren im Laufe der Untersuchungen zu, wobei bei beiden Rassen am vierten und fünften Untersuchungstag geringere Anstiege zu beobachten sind.
Zwischen den mittleren Belastungswerten bestehen z.T. signifikante Unterschiede. Bei den Maultieren besteht zwischen den Untersuchungstagen eine durchschnittliche Zunahme von 0,6 %. Ein hochsignifikanter linearer Zusammenhang ($r = -0,5570$) besteht zwischen dem Benotungssystem zur Beurteilung der den jeweiligen Probennahmen vorausgegangenen Einsätze und den Belastungswerten des MCHC.
Die Berechnung der Differenzwerte ergibt, umgekehrt wie beim MCV ($r = 0,4643$, $p < 0,001$) am ersten Untersuchungstag ein negative Ergebnis(-0,71 g / 100 ml), dann aber nur noch positive Werte mit steigender Tendenz, wobei die Differenzwerte des vierten, fünften und sechsten Untersuchungstages annähernd gleiche Werte haben.
Signifikante Unterschiede bestehen zwischen den Differenzwerten zu Beginn gegenüber denen zum Ende der Untersuchung (2,34 g/ 100 ml am siebten Untersuchungstag).

Abb. 6:

Durchschnittliche MCHC-Werte der Maultiere an den sieben Untersuchungstagen



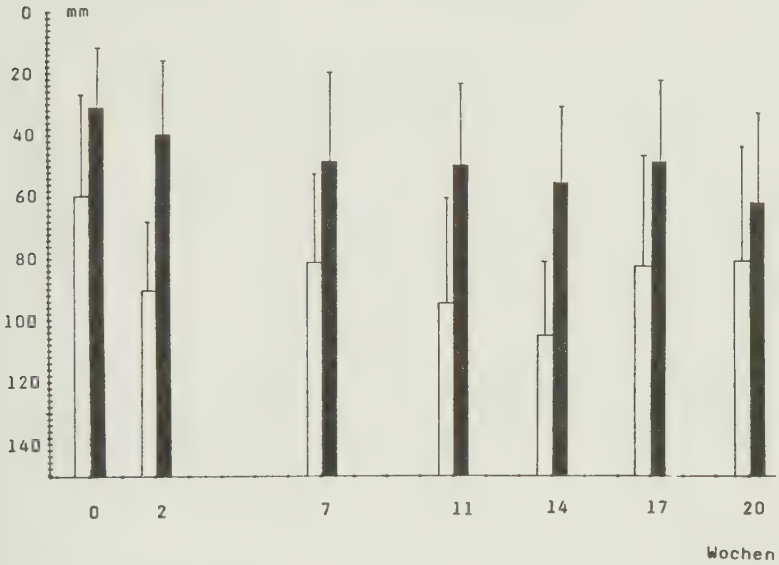
3.3.1.2 **Blutkörperchensenkungsreaktion**

Bei der Blutkörperchensenkungsreaktion erfolgt die Darstellung des 1-Stundenwertes und des 24-Stundenwertes aus Gründen der Übersichtlichkeit und aufgrund der Ergebnisse des t-Testes getrennt.
Am vierten Untersuchungstag konnten die einzelnen Belastungswerte der Maultiere aufgrund eines technischen Fehlers nicht dem jeweiligen Tier zugeordnet werden. Es handelt sich um folgende Meßwerte (1-Stundenwert / 24-Stundenwert):
16/98; 84/112; 32/122; 66/130; 32/120; 36/122; 94/128; 26/122; 42/122.
Der aus diesen Werten berechnete Mittelwert und die Standardabweichung sind mit einem * gekennzeichnet.
Diese Werte konnten bei den entsprechenden t-Testen und der Berechnungen der Differenzwerte nicht berücksichtigt werden.

<u>1-Stundenwert</u>
Der Vergleich der Meßergebnisse der Maultiere mit denen der Haflinger ergibt keine signifikanten Unterschiede. Abgesehen von einer signifikant langsameren Senkung des ersten mittleren Ruhewertes zu denen des zweiten, vierten und fünften Untersuchungstages, bestehen keine Unterschiede zwischen den Ruhewerten.
Der Durchschnittswert beträgt 84,8 mm.
Belastung bewirkt einen signifikant langsameren Reaktionsverlauf der Blutkörperchensenkung.
Bei den Belastungswerten läßt sich anhand der Berechnung der Mittelwerte und der signifikanten Unterschiede des ersten und zweiten Untersuchungstages zu dem des siebten Untersuchungstages eine Zunahme der Senkungsreaktion um fast das Doppelte, und zwar von 32,8 mm auf 60,9 mm feststellen.
Der Vergleich der Ruhe-und Belastungswerte anhand ihrer Differenzen zeigt, daß sich mit der Fortdauer der Einsatzperiode die Reaktionsgeschwindigkeit der Belastungswerte an die der Ruhewerte annähert, und zwar mit stetiger Tendenz.

...

Abb. 7:
Durchschnittliche gemeinsame Ruhe-und Belastungswerte der Blutkörperchensenkungsreaktion (abgelesen nach 1 Stunde) von Maultieren und Haflingern an den sieben Untersuchungstagen.



24-Stundenwert

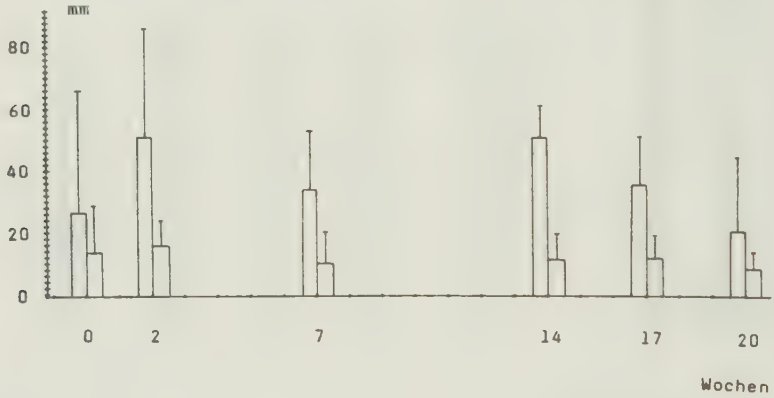
Der Vergleich der Ergebnisse der Maultiere und Haflinger erbrachte signifikante Unterschiede der Ruhe-und Belastungswerte. Bei den Differenzwerten gibt es keine Unterschiede. Sowohl die Ruhewerte der Maultiere, als auch die der Haflinger haben keine signifikanten Unterschiede untereinander. Belastung bewirkt an allen Untersuchungstagen hochsignifikante Anstiege der Blutsäule.
Bei beiden Rassen erfolgt im Verlauf der sieben Untersuchungen eine geringe, aber stetige Zunahme der Belastungswerte. Bei den Haflingern müssen jedoch die Mittelwerte des 4. und 6. Untersuchungstages aufgrund zu geringer Probandenzahl (n = 1; n = 2) vernachlässigt werden.
Bei dieser Rasse bestehen signifikante Unterschiede des ersten Mittelwertes zu dem des 5. und 7. Untersuchungstages.

...

Die Differenzwerte zeigen, ebenfalls mit Ausnahme des ersten und dritten Wertes, eine geringe abfallende Tendenz mit einem signifikanten Unterschied zwischen dem ersten und siebten Wert.

Abb.8:

Durchschnittliche gemeinsame Differenzwerte der Blutkörperchensenkungsreaktion (abgelesen nach 1 und 24 Stunden) von Maultieren und Haflingern an den sieben Untersuchungstagen



3.3.1.3 Leukozytenzahl

Zwischen den Ergebnissen der Maultiere und Haflinger bestehen keine signifikanten Unterschiede.

Vergleicht man die Mittelwerte der sieben Untersuchungstage untereinander, so fallen der höhere Ruhe- und Belastungswert am zweiten Tag auf. Beim Ruhewert bestehen signifikante Unterschiede zum 5. und 7. Untersuchungstag. Der Durchschnittswert der Ruhewerte beträgt $7{,}6 \times 10^{3}$ / µl.

Die der Untersuchung zugrunde liegende Belastung bewirkt an allen Untersuchungstagen einen signifikanten, teils hochsignifikanten Anstieg der Leukozytenzahl um durchschnittlich 26 %. Der durchschnittliche Belastungswert beträgt $9{,}5 \times 10^{3}$ /ul.

Innerhalb der Belastungswerte bestehen keine signifikanten Unterschiede. Vergleicht man die Differenzen zwischen den jeweiligen Ruhe-und Belastungswerten, so läßt sich, außer

...

am 6. Untersuchungstag, jedoch eine stetige Zunahme von $1{,}1 \times 10^3$ / µl am ersten Untersuchungstag auf $2{,}8 \times 10^3$ / µl am siebten Untersuchungstag erkennen.
Es bestehen signifikant höhere Differenzwerte am vierten, fünften und siebten Untersuchungstag gegenüber denen der ersten beiden Tage.

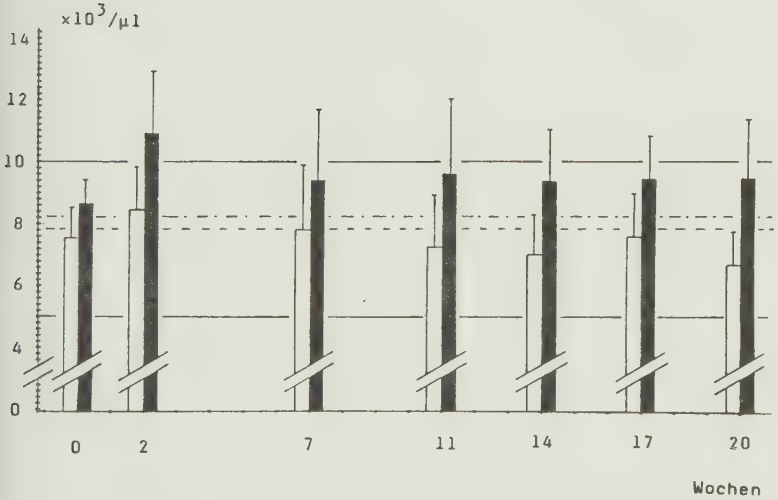
Abb.9:

Durchschnittliche gemeinsame Leukozytenzahlen der Maultiere und Haflinger in Ruhe und nach Belastung an den sieben Untersuchungstagen.

Anmerkung: ———— kennzeichnet den von der DVG 1981 festgelegten physiologischen Normalbereich der Leukozytenzahl bei Warmblutpferden

--------- kennzeichnet den von LEMMER et al. (1980) ermittelten Mittelwert bei Maultieren

-·-·-·-·- kennzeichnet den von LEMMER et al. (1980) ermittelten Mittelwert bei Haflingern



3.3.2 Enzymaktivitäten im Serum

3.3.2.1 Transaminasen

GOT

Am ersten Untersuchungstag wurde aufgrund extrem erhöhter, pathologischer Enzymaktivitäten ein Maultier und am fünften Untersuchungstag ein Haflinger nicht in die statistischen Berechnungen aufgenommen.

Bei den Meßwerten in Ruhe bestehen signifikante Unterschiede zwischen den Maultieren und Haflingern, bei den Belastungs-und Differenzwerten konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Der durchschnittliche Ruhewert der Maultiere beträgt 105,03 U/l, wobei der Mittelwert des zweiten Untersuchungstages signifikant gegenüber dem des fünften erniedrigt, der des dritten Untersuchungstages signifikant gegenüber denen des zweiten, sechsten und siebten Tages erhöht waren.

Bei den Haflingern gab es keine signifikanten Unterschiede innerhalb der Ruhewerte. Der durchschnittliche Ruhewert beträgt 135,32 U/l. Er ist um 26 % höher als der der Maultiere.

Gemäß der statistischen Ergebnisse, läßt sich bei gemeinsamer Betrachtung der Belastungs-und Differenzwerte kein signifikanter Unterschied zwischen Ruhe- und Belastungswerten feststellen. Der Vergleich der Belastungswerte der Maultiere und Haflinger zeigt aber dennoch ein unterschiedliches Verhalten.

Belastung bewirkt bei den Haflingern ein nicht signifikantes Absinken der GOT-Aktivität, so daß der Durchschnittswert nach Belastung 121,40 U/l beträgt.

Bei den Maultieren erfolgen durch Belastung, außer am dritten und sechsten Untersuchungstag schwach signifikante Anstiege der GOT-Aktivität. Der durchschnittliche Belastungswert beträgt 111,10 U/l.

Die Berechnung des mittleren Belastungswertes aller Tiere, was entsprechend der statistischen Analyse möglich ist, ergibt einen Durchschnittswert von 113,82 U/l.

...

Erstaunlich geringe GOT-Aktivitäten zweier Haflinger nach Belastung (12,94 U/l und 34,20 U/l) bewirken teilweise signifikante Unterschiede des mittleren Belastungswertes am siebten Untersuchungstag gegenüber anderen mittleren Belastungswerten.
Dies ist auch die Ursache für die einzigen signifikanten Unterschiede innerhalb der Differenzwerte.

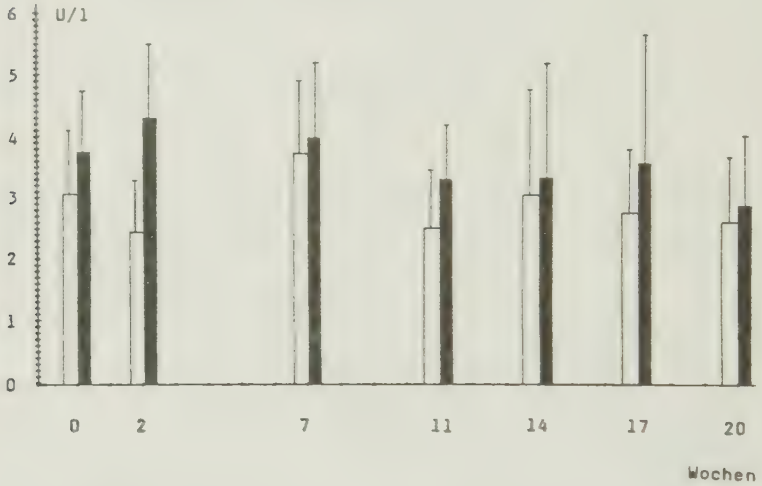
GPT

Am ersten Untersuchungstag wurden extrem erhöhte, pathologische Meßwerte eines Maultieres nicht in die statistischen Berechnungen aufgenommen.
Zwischen den Meßwerten der Maultiere und Haflinger bestehen keine signifikanten Unterschiede.
Beim Vergleich der Ruhewerte untereinander zeigen sich signifikante Unterschiede zum Ruhewert des dritten Untersuchungstages. Der durchschnittliche Ruhewert beträgt 2,86 U/l.
Belastung rief nur am zweiten und vierten Untersuchungstag hoch- bzw. schwach signifikante Anstiege der GPT-Aktivität hervor. Innerhalb der Belastungswerte gibt es einen signifikanten Unterschied zwischen dem höchsten Mittelwert (4,29 U/l) am zweiten Untersuchungstag und dem niedrigsten (2,85 U/l) am siebten Untersuchungstag. Der durchschnittliche Belastungswert beträgt 3,55 U/l.

Bedingt durch den relativ höheren Belastungswert am zweiten Untersuchungstag, läßt sich beim Vergleich der Differenzwerte untereinander auch an diesem Tag ein signifikanter Unterschied zu allen anderen Differenzwerten feststellen.

Abb.10:

Durchschnittliche gemeinsame GPT-Aktivitäten der Maultiere und Haflinger in Ruhe und nach Belastung an den sieben Untersuchungstagen.



3.3.2.2 **Creatinkinase**

Meßwerte, die eine Aktivität höher als 110 U/l hatten, wurden bei den statistischen Berechnungen nicht berücksichtigt.
Der Vergleich der Enzymaktivitäten der Creatinkinase zwischen den beiden Rassen ergab lediglich bei den Belastungswerten signifikante Unterschiede.
Die durchschnittliche CK-Aktivität in Ruhe war bei Berücksichtigung aller, im physiologischen Bereich liegenden Werte 46,78 U/l. Es gab keine signifikanten Unterschiede der mittleren Ruhewerte zwischen den verschiedenen Untersuchungstagen.
Belastung in Form des vorgegebenen Versorgungsmarsches bewirkte lediglich am zweiten Untersuchungstag einen signifikanten Anstieg der CK-Aktivität um 18,74 U/l.
Innerhalb der Belastungswerte ließ sich bei den Maultieren ein signifikanter Unterschied des Mittelwertes am zweiten Untersuchungstag (62,39 U/l) zu dem des sechsten Tages (42,43 U/l) feststellen. Der durchschnittliche Belastungswert der Maultiere lag bei 48,67 U/l).

...

Bei den Haflingern gab es signifikante Unterschiede des mittleren Belastungswertes am fünften Untersuchungstag (50,29 U/l) zu denen des ersten (75,13 U/l) und sechsten Untersuchungstages (79,00 U/l).
Der durchschnittliche Belastungswert der Haflinger lag bei (64,20 U/l). Er ist um 32 % höher als der der Maultiere.
Der Vergleich der Differenzwerte zeigte am zweiten Untersuchungstag signifikante Unterschiede zum dritten und vierten Untersuchungstag.

3.3.2.3 **Laktatdehydrogenase**
Meßwerte, die eine Aktivität höher als 400 U/l bei der LDH und 240 U/l bei der -HBDH aufwiesen, wurden bei den statistischen Berechnungen nicht berücksichtigt.
Der Vergleich der Serumaktivitäten der Maultiere und Haflinger ergab bei beiden Enzymen sowohl bei den Ruhe- als auch den Belastungswerten signifikante Unterschiede.

LDH
Die durchschnittliche LDH-Aktivität der Maultiere in Ruhe betrug bei Berücksichtigung aller im physiologischen Bereich liegenden Werte 192,55 U/l.
Der Vergleich der jeweiligen Mittelwerte der einzelnen Untersuchungstage läßt eine Zunahme der Ruhewerte vom ersten Untersuchungstag (192,09 U/l) bis zum dritten (217,99 U/l) mit anschließender stetiger Abnahme bis zum siebten Untersuchungstag (178,03 U/l) erkennen.
Es bestehen signifikante Unterschiede der mittleren LDH-Ruheaktivität des dritten Untersuchungstages zu den Aktivitäten des sechsten und siebten Tages. Bei den Haflingern zeigen die mittleren Ruhewerte eine Zunahme von 279,11 U/l am ersten Untersuchungstag auf 352,64 U/l am siebten Untersuchungstag. Aufgrund des Fehlens signifikanter Unterschiede wurde auch bei den Haflingern eine durchschnittliche Ruheaktivität bestimmt. Sie beträgt 303,27 U/l und ist um 57 % höher als die der Maultiere.

Belastung bewirkt sowohl ein Ansteigen, als auch ein Abfallen der LDH-Aktivität im Serum. Am zweiten und sechsten Untersuchungstag gab es signifikante Anstiege (24,67 U/l und 26,20 U/l), am dritten einen schwach signifikanten Abfall (- 13,18 U/l) der Enzymaktivität.
Der Vergleich der Enzymaktitäten der Maultiere nach Belastung zeigt einen signifikanten Unterschied zwischen dem zweiten Untersuchungstag (226,75 U/l) und dem siebten Untersuchungstag (176,48 U/l).
Es läßt sich eine fallende Tendenz der mittleren Belastungswerte erkennen mit einem Unterschied von 20 % zwischen erstem und letztem Wert.
Die mittleren Belastungswerte der Haflinger zeigen während des Untersuchungszeitraumes das gleiche Verhalten wie die mittleren Ruhewerte. Es bestehen keine signifikanten Unterschiede zwischen Ruhe- und Belastungswerten. Die durchschnittliche LDH-Aktivität der Haflinger nach Belastung beträgt 313,76 U/l .
Die gemeinsamen Differenzwerte zeigen, bedingt durch die Ruhewerte der Maultiere, positive und negative Ergebnisse. Es bestehen signifikante Unterschiede des dritten Mittelwertes (-13,18 U/l) zum zweiten (24,67 U/l) und sechsten Differenzwert (26,20 U/l).
Zwischen dem Benotungssystem zur Beurteilung der den Probeentnahmen wenige Tage vorausgegangenen Belastungen und den Differenzwerten der LDH-Aktivität besteht ein hochsignifikanter linearer Zusammenhang (r = 0,5241).

Abb. 11:

Durchschnittliche LDH-Aktivitäten in Ruhe und nach Belastung der Maultiere an den sieben Untersuchungstagen

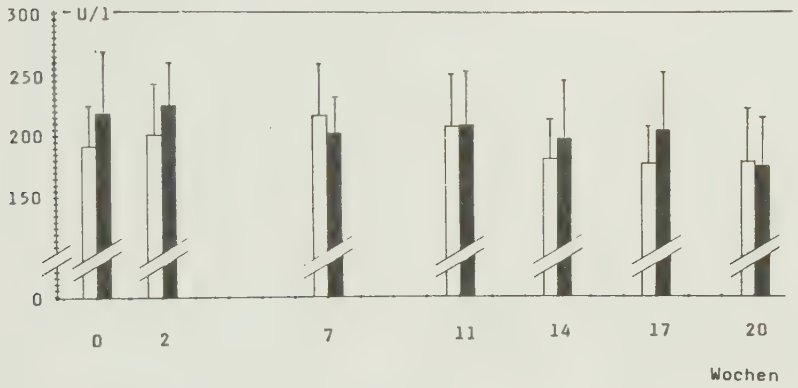
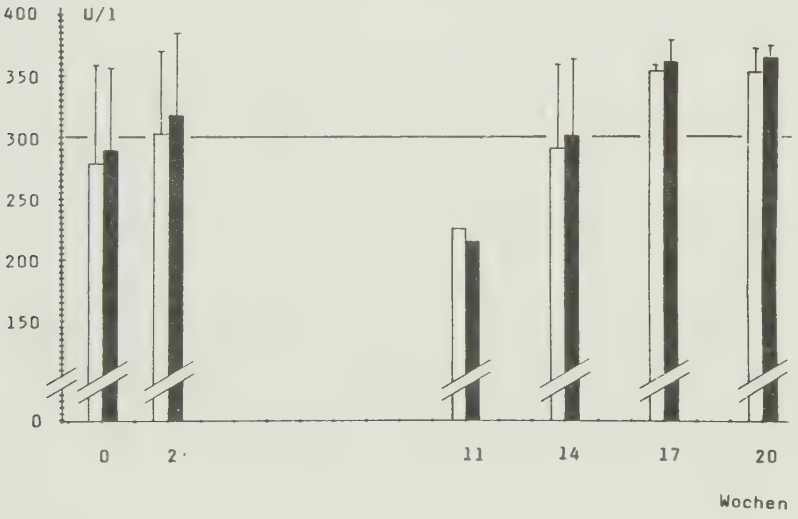


Abb. 12:

Durchschnittliche LDH Aktivitäten in Ruhe und nach Belastung der Haflinger an den sieben Untersuchungstagen



Anmerkung: ——— kennzeichnet den von der DVG 1981 festgelegten physiologischen Normalbereich der LDH-Aktivität bei Warmblutpferden.

α - HBDH

Die Ruheaktivitäten der α-HBDH zeigen bei beiden Rassen ein ähnliches Verhalten wie die entsprechenden Ruhewerte der LDH.
Bei den Maultieren ergab sich bei Berücksichtigung der im physiologischen Bereich liegenden Meßwerte eine durchschnittliche Aktivität in Ruhe von 105,78 U/l.
Auch hier finden sich am dritten und vierten Untersuchungstag relativ höhere Mittelwerte (117,99 U/l und 110,49 U/l) mit signifikanten Unterschieden des dritten mittleren Ruhewertes zu denen des fünften, sechsten und siebten Untersuchungstages.
Vernachlässigt man bei den Haflingern den Ruhewert des vierten Untersuchungstages (n = 1), so läßt sich wie bei der LDH eine steigende Tendenz der Ruheaktivitäten von 152,50 U/l am ersten Untersuchungstag bis 198,31 U/l am siebten Tag erkennen.
Auch hier gibt es aufgrund der geringen Probandenzahl und der damit verbundenen Streuung der Meßwerte keine signifikanten Unterschiede. Der durchschnittliche Ruhewert der Haflinger beträgt 166,58 U/l. Er ist um 57, 5 % höher als der der Maultiere.
Belastung rief sowohl ein Ansteigen, als auch ein, wenn auch geringes, Absinken der α-HBDH-Aktivität hervor, wobei es jedoch nur am fünften Untersuchungstag einen signifikanten Anstieg von 11,71 U/l gab. Das Verhalten der Enzymaktivitäten nach Belastung während des Untersuchungszeitraumes ist bei den Haflingern analog zu dem der LDH-Aktivitäten, bei den Maultieren läßt sich keine Tendenz feststellen. Weder bei den Haflingern, noch bei den Maultieren bestehen signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Belastungswerten. Die durchschnittliche Enzymaktivität nach Belastung betrug bei den Maultieren 111,81 U/l und bei den Haflingern 170,14 U/l.
Der Durchschnittswert der Haflinger ist um 52 % höher als der der Maultiere.

...

Wie bei denn LDH-Aktivitäten besteht auch bei der α-HBDH ein hochsignifikanter linearer Zusammenhang zwischen den Differenzwerten und dem Benotungssystem zur Beurteilung der den einzelnen Untersuchungstagen vorangegangen Einsätzen (r = 0,4521).
Zwischen den Differenzwerten bestehen keine signifikanten Unterschiede.

3.3.3 **Metaboliten im Blut**

3.3.3.1 **Glukose**

Zwischen den Meßergebnissen der Maultiere und der Haflinger bestehen keine signifikanten Unterschiede, so daß die Ergebnisse gemeinsam dargestellt werden können.
Die Ruhewerte des Glukosegehaltes im Blut lagen bei den Tragtieren während des gesamten Untersuchungszeitraumes bei 85,1 mg / 100 ml. Am zweiten Untersuchungstag wurde ein signifikant höherer Wert festgestellt.
Belastung ruft, außer am vierten und fünften Untersuchungstag, an allen Tagen signifikante Erhöhungen des Glukosespiegels im Blut hervor. Es bestehen signifikante Unterschiede des zweiten und vierten Belastungswertes zu denen der anderen Untersuchungstage.
Der durchschnittliche Glukose-Gehalt nach Belastung betrug 100,9 mg / 100 ml , was einer durchschnittlichen Zunahme an Blutzucker durch Belastung um 18,5 % entspricht.
Aufgrund der Ergebnisse läßt sich beim Vergleich der Differenzwerte nur am zweiten Untersuchungstag ein signifikant höherer Wert feststellen. Zwischen den restlichen Differenzwerten bestehen keine Unterschiede.

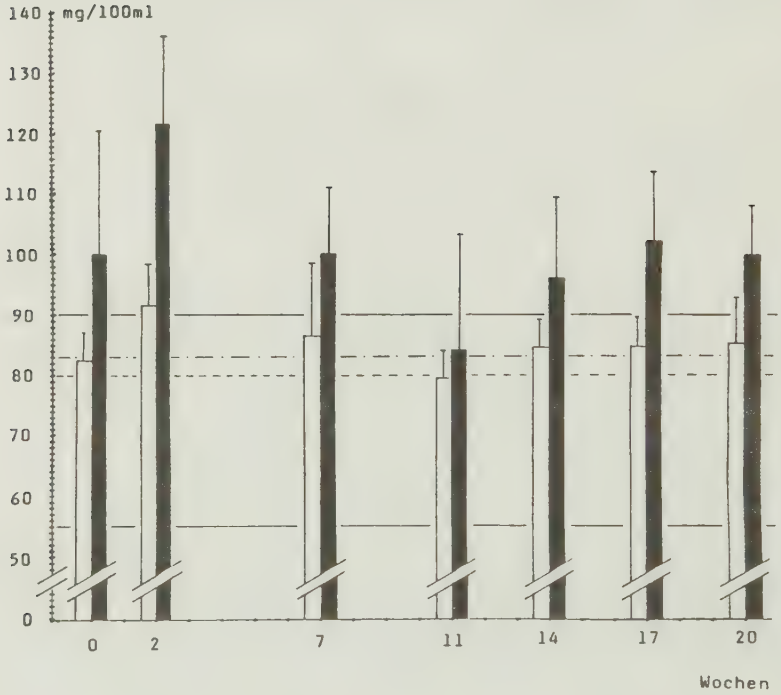
..

Abb. 13:
Durchschnittliche gemeinsame Ruhe-und Belastungswerte des Glukosegehaltes im Blut von Maultieren und Haflingern an den sieben Untersuchungstagen.

Anmerkung: ———— kennzeichnet den von der DVG 1981 festgelegten physiologischen Normalbereiches der Glukose bei Warmblutpferden

--------- kennzeichnet den von SCHECK et al. (1980) ermittelten Mittelwert bei Maultieren

-·-·-·-·- kennzeichnet den von SCHECK et al. (1980) ermittelten Mittelwert bei Haflingern



3.3.3.2 Laktat

Bei den Ruhewerten bestehen keine signifikanten Unterschiede zwischen Maultieren und Haflingern. Belastung bewirkt jedoch ein signifikant unterschiedliches Verhalten des Laktatgehaltes im Blut, so daß eine differenzierte Betrachtung der Belastungs-und Differenzwerte nötig ist.
Der Laktatgehalt in Ruhe beträgt 6,80 mg / 100 ml, wobei die Ruhewerte des zweiten und sechsten Untersuchungstages nicht berücksichtigt wurden. Hier liegen signifikant höhere, weit im pathologischen Bereich liegende Werte vor.
Es besteht zwischen dem Ruhewert des Laktatgehaltes im Blut und dem Benotungssystem zur Beurteilung einer der Probennahme wenige Tage vorausgegangene Belastung eine hochsignifikante Korrelation (r = 0,6383).
Die der Untersuchung zugrunde gelegte Belastung, bewirkt bei beiden Rassen nur an einigen Tagen statistisch signifikante Anstiege des Laktatgehaltes im Blut.
Vergleicht man die Belastungswerte der Maultiere, so fällt der signifikant erhöhte Wert am zweiten Untersuchungstag auf. An allen anderen Tagen betrug der durchschnittliche Laktatgehalt nach Belastung im Blut 8,06 mg / 100 ml. Dies entspricht einem durchschnittlichen Anstieg des Laktates von 18,5 % .
Bei den Haflingern erfolgt nach Belastung anfangs ein durchschnittlicher Anstieg des Laktatgehaltes auf 37,05 mg / 100 ml (47,70 mg / 100 ml am zweiten Untersuchungstag), der im Laufe der Untersuchungen auf einen Wert von 19,23 mg / 100 ml stetig abfällt.
Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Belastungswerten der Haflinger lassen sich aufgrund der geringen Probandenzahlen jedoch nicht feststellen.
Der durchschnittliche Belastungswert der Haflinger beträgt 31,33 mg/100 ml.

...

Betrachtet man die aus den einzelnen Ruhe-und Belastungswerten berechneten Differenzwerte, so läßt sich bei Maultieren und Haflingern aufgrund der errechneten Mittelwerte, des Einflusses der "pathologisch erhöhten" Ruhewerte und der geringen Probandenzahlen der Haflinger nur eine begrenzte Aussage über das Verhalten der Differenzwerte während des Untersuchungszeitraumes treffen.
Der Vergleich der Graphiken der gemeinsamen Ruhewerte und der jeweiligen Belastungswerte zeigt aber deutlich, daß bei den Maultieren zwar ein Anstieg des Laktatgehaltes im Blut nach Belastung erfolgt, aber weder eine zu-oder abnehmende Tendenz der Differenzwerte festgestellt werden kann. Anders bei den Haflingern:
Hier erfolgte ebenfalls nach Belastung ein deutlicher Anstieg des Laktatgehaltes im Blut, jedoch zeigt ein Vergleich der gemeinsamen Ruhewerte und der Belastungswerte der Haflinger eine deutliche und stetige Abnahme während des Untersuchungszeitraumes.

Abb. 14:
Gemeinsame durchschnittliche Ruhewerte des Laktatgehaltes von Maultieren und Haflingern an den sieben Untersuchungstagen.

Anmerkung: ———— kennzeichnet den von der DVG 1981 festgelegten physiologischen Normalbereich bei Warmblutpferden

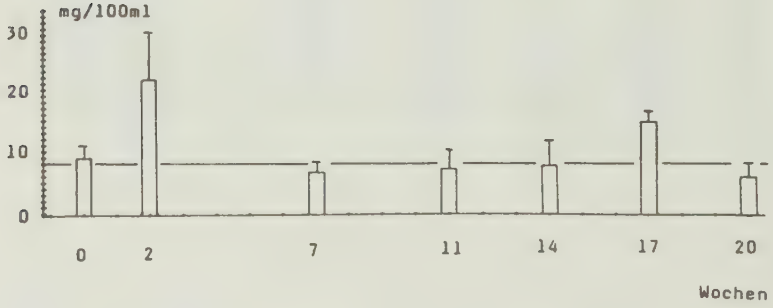


Abb. 15:
Durchschnittliche Belastungswerte der Laktatgehaltes der Maultiere an den sieben Untersuchungstagen.

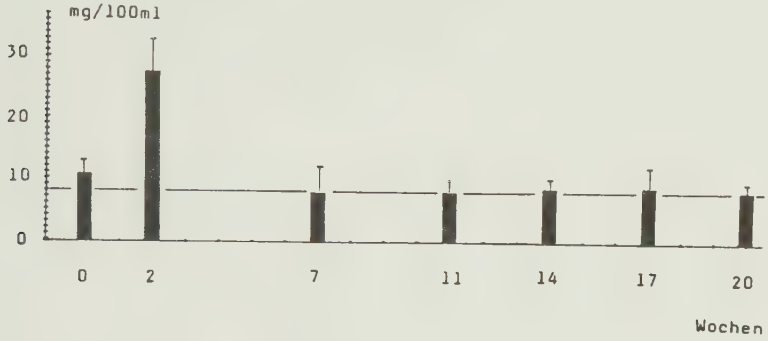
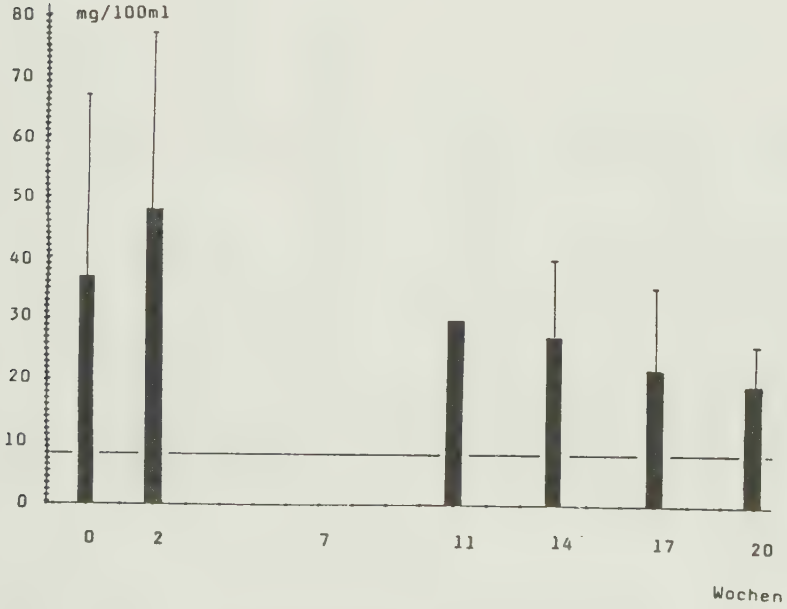


Abb. 16:
Durchschnittliche Belastungswerte des Laktatgehaltes der Haflinger an den sieben Untersuchungstagen



Anmerkung: ——— kennzeichnet den von der DVG 1981 festgelegten physiologischen Normalbereich für Warmblutpferde

3.3.3.3 **Bilirubin**

Zwischen den Ruhewerten der Maultiere und denen der Haflinger bestehen keine signifikanten Unterschiede. Belastungs-und Differenzwerte müssen aufgrund des t-Testes getrennt untersucht werden.
Bei den Ruhewerten gibt es z.T. signifikant höhere Werte am dritten und vierten Untersuchungstag im Vergleich zu den anderen mittleren Ruhewerten. Ab dem dritten Untersuchungstag (1,23 mg / 100 ml) ist eine deutlich abnehmende Tendenz bis zum siebten Untersuchungstag (0,84 mg / 100 ml) feststellbar. Dies entspricht einer Abnahme um 32 %. Am zweiten Untersuchungstag ergab sich ein deutlich niedrigerer Ruhewert. Es besteht ein signifikanter Unterschied zu dem des dritten Untersuchungstages.
Belastung in Form des Versorgungsmarsches führt bei den Maultieren an allen Untersuchungstagen zu einem signifikant höheren Bilirubingehalt im Blut.
Bei den Maultieren erfolgt nach Belastung zu Beginn der Untersuchungen ein durchschnittlicher Anstieg des Bilirubingehaltes auf 1,61 mg / 100 ml (1,37 mg / 100 ml am zweiten Untersuchungstag), der im Laufe der Untersuchung stetig auf einen Wert von 0,95 mg / 100 ml abfällt.
Unterschiede zwischen den Belastungswerten zu Anfang der Untersuchungen gegenüber den Werten zum Ende der Untersuchungen.
Die Belastungswerte der Haflinger haben kein derart eindeutiges Verhalten. So sind die Mittelwerte der ersten zwei Untersuchungstage zwar auch höher als die am Ende der Untersuchungen, der höchste Wert wurde aber erst am fünften Untersuchungstag (1,32 mg / 100 ml) festgestellt.
Ab hier gibt es auch bei den Haflingern eine stetige Abnahme der Belastungswerte bis zum siebten Untersuchungstag (0,73 mg / 100 ml) . Zwischen dem fünften und siebten mittleren Belastungswert besteht ein signifikanter Unterschied.

Der Vergleich der Ruhe-und Belastungswerte anhand ihrer Differenzen zeigt, daß während des Untersuchungszeitraumes sowohl bei Maultieren als auch Haflingern eine stetige Annäherung der Belastungswerte an die Ruhewerte stattfindet. Bei den Maultieren bestehen signifikant niedrigere Differenzwerte am Ende gegenüber denen zum Anfang der Untersuchungen.

Abb.17:

Durchschnittliche gemeinsame Ruhewerte des Bilirubingehaltes der Maultiere und Haflinger an den sieben Untersuchungstagen

Anmerkung: ———— kennzeichnet den von der DVG 1981 festgelegten physiologischen Normalbereich bei Warmblutpferden

- - - - kennzeichnet den von SCHECK et al. (1980) an Maultieren und Haflingern ermittelten Mittelwert

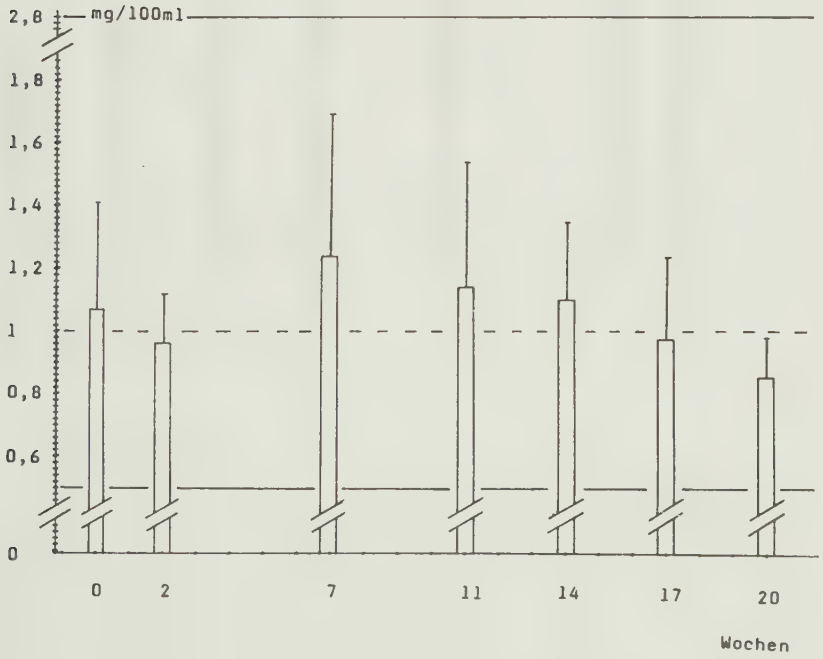
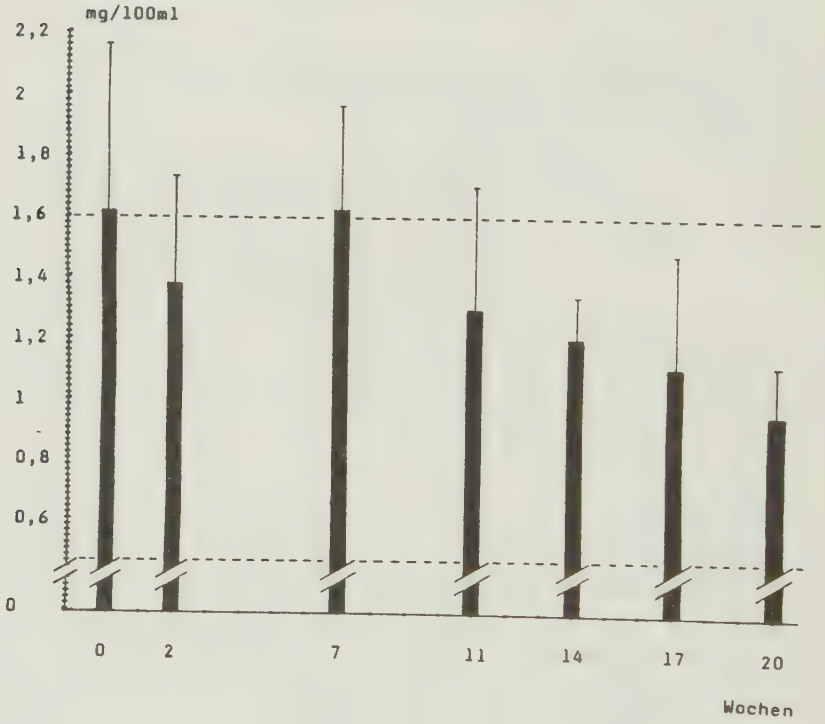


Abb. 18:

Durchschittliche Belastungswerte des Bilirubingehaltes der Maultiere an den sieben Untersuchungstagen

Anmerkung: ----- kennzeichnet den von SCHECK et al. (1980) ermittelten physiologischen Normalbereich ($\bar{x}$ -+2s) für Maultiere



3.3.4 Ergänzende Untersuchungen

3.3.4.1 Pulsfrequenz

Bei der physiologischen Pulsfrequenz in Ruhe gibt es zwischen Maultiere und Haflinger keine Unterschiede. Nach Belastung stellt sich jedoch ein Unterschied zwischen Maultieren und Haflingern heraus, so daß bei den Belastungs- und Differenzwerten eine getrennte Darstellung erfolgt.
Lediglich am zweiten Untersuchungstag ließ sich eine signifikant niedrigere mittlere Pulsfrequenz im Vergleich zum sechsten Untersuchungstag feststellen.
Die durchschnittliche Pulsfrequenz in Ruhe betrug während des Untersuchungszeitraumes 38 Schläge/min.
Die den Untersuchungen zugrunde liegende Belastung rief, außer am sechsten Untersuchungstag bei den Haflingern, immer signifikante, meist hochsignifikante Zunahmen der Pulsfrequenz hervor.
Nur bei Maultieren ließen sich signifikante Unterschiede der Belastungs- und Differenzwerte des ersten und dritten Untersuchungstages zu allen anderen Untersuchungstagen feststellen.
Die durchschnittliche Pulsfrequenz nach Belastung betrug bei den Maultieren 76 Schläge / min, bei den Haflingern 83 Schläge / min . Es bestehen hochsignifikante lineare Zusammenhänge der Belastungs-und Differenzwerte zum Benotungssystem zur Beurteilung der den Untersuchungstagen wenige Tage vorangegangenen Belastungen ($r = -0,7956$ und $r = -0,7137$).

3.3.4.2 Atemfrequenz

Atemfrequenz und Pulfrequenz zeigen ähnliche Ergebnisse.
Es bestehen hochsignifikante lineare Zusammenhänge zwischen den Belastungs- ($r = 0,4716$) und Differenzwerten ($r = 0,4442$).
In Ruhe gibt es bei der Atemfrequenz zwischen Maultieren und Haflingern ebenfalls keine Unterschiede. Belastungs-und Differenzwerte müssen getrennt untersucht werden.
Bei den Ruhewerten gab es am zweiten Untersuchungstag eine signifikant höhere mittlere Atemfrequenz (27 Atemzüge/min).

...

Der durchschnittliche Wert aus allen Untersuchungen in Ruhe war 20 Atemzüge/min.
Belastung, in der Art des vorgegebenen Versorgungsmarsches, bewirkte an allen Tagen meist hochsignifikante Zunahmen der Atemfrequenz. Die Belastungswerte der Maultiere zeigten wiederum am ersten und dritten Untersuchungstag signifikant höhere Atemfrequenzen. Der Durchschittswert aus allen Untersuchungen betrug 70 Atemzüge / min.
Bei den Haflingern gab es nur einen signifikanten Unterschied zwischem dem ersten und fünften Untersuchungstag. Deren durchschnittliche Atemfrequenz nach Belastung war 85 Atemzüge / min.
Es besteht ein hochsignifikanter linearer Zusammenhang zwischen dem Benotungssystem zur Beurteilung der den Untersuchungstagen vorangegangen Belastungen und den Belastungs- (r = -0,7956) und Differenzwerten (r= -0,7137) der Atemfrequenz.
Lediglich die Differenzwerte der Maultiere zeigten am dritten Untersuchungstag signifikant höhere Werte als die des zweiten und sechsten Untersuchungstages.

3.3.4.3 **Vorbericht**

Da vor den einzelnen Untersuchungstagen die Tiere unterschiedlichen Belastungen ausgesetzt waren und ein Einfluß auf die einzelnen Meßwerte angenommen werden kann, bekamen diese Belastungen Noten von 1 - 10 um signifikante Zusammenhänge aufzeigen zu können.

Verwendete Abkürzungen:

RW	= Ruhewert
BW	= Belastungswert
DIFF	= Differenzwert
*	= schwach signifikant
**	= signifikant
***	= hochsignifikant

...

Tab. 3:
Korrelationen der Benotung des den Untersuchungen vorangegangenen Belastungen mit den aufgeführten Parametern.

Parameter	RW/BW/DIFF	Korrelationkoeffizient	Signifikanz
Erythrozytenzahl	RW	0,2422	*
Hämatokrit	BW	0,2913	*
MCHC	BW	-0,5570	***
GOT-Aktivität	RW	0,2651	*
	BW	0,2608	*
GPT-Aktivität	RW	0,2495	*
	BW	0,2814	*
LDH-Aktivität	BW	0,3419	**
	DIFF	0,5087	***
α -HBDH-Aktivität	RW	0,2454	*
	BW	0,3301	**
	DIFF	0,3973	**
Laktat-Gehalt	RW	0,6383	***
Atemfrequenz	RW	0,3293	*
	BW	-0,3097	+
	DIFF	-0,5270	***
Pulsfrequenz	BW	-0,7956	***
	DIFF	-0,7137	***

3.3.4.4 **Stockmaß und Brustumfang**

Um einen möglichen Einfluß der Tiere auf die Meßergebnisse festzustellen, wurde das Stockmaß und der Brustumfang mit den Ergebnissen verglichen.

Tab. 4:
Korrelationen des Stockmaßes der Tiere mit den aufgeführten Parametern
Anmerkung: Extremwerte der Enzymaktivitäten wurden nicht berücksichtigt

Parameter	RW/BW/DIFF	Korrelationskoeffizient	Signifikanz
Erythrozytenzahl	RW	-0,2658	**
Hämatokrit	BW	0,1959	*
Hämoglobin	BW	0,2436	*
MCV	RW	0,4546	***
	BW	0,2856	**

Forts. Tab. 4:

MCH	RW	0,4448	***
	BW	0,3282	**
MCHC	DIFF	0,3220	**
GOT-Aktivität	RW	-0,3442	***
	DIFF	0,2404	*
GPT-Aktivität	RW	-0,2522	*
LDH-Aktivität	RW	-0,3113	**
	BW	-0,2796	**
α-HBDH-Aktivität	RW	-0,3944	***
	BW	-0,3578	***
Laktat-Gehalt	BW	-0,4300	***
	DIFF	-0,4392	***
Bilirubingehalt	BW	0,2671	*
	DIFF	0,2549	**
Atemfrequenz	BW	-0,3934	**
	DIFF	-0,3396	**

Tab. 5:
Korrelationen des Brustumfanges der Tiere mit den aufgeführten Parametern

Parameter	RW/BW/DIFF	Korrelationskoeffizient	Signifikanz
Erythrozytenzahl	RW	-0,3031	*
	BW	-0,2707	*
Hämatokrit	RW	-0,2552	*
BKS (24 h)	RW	0,2772	*
GOT-Aktivität	RW	-0,3442	***
	DIFF	0,2404	*
GPT-Aktivität	RW	-0,2522	*
LDH-Aktivität	RW	-0,3113	**
	BW	-0,2796	**
α-HBDH-Aktivität	RW	-0,3944	***
	BW	-0,3578	***
Glukose-Gehalt	RW	-0,3215	**
Laktat-Gehalt	RW	0,2847	*
	DIFF	0,2463	*
Pulsfrequenz	RW	-0,2264	*
Atemfrequenz	BW	0,3212	**
	DIFF	0,3291	**

3.3.4.5. **Subjektives Urteil**

Eine Korrelationsanalyse zwischen dem subjektiven Urteil des Tragtierführers nach Belastung und den verschiedenen untersuchten Parametern, erbrachte wenige schwach signifikante Zusammenhänge mit Korrelationskoeffizienten < 0,3 , so daß eine genauere Darstellung dieser Ergebnisse nicht erfolgt.

3.3.4.6 **Traglast**

Um einen Einfluß der den Tieren zusätzlich zum Sattel (46 kg) aufgepackten Traglast festzustellen, wurde eine Korrelationsanalyse zwischen Gesamtgewicht und allen überprüften Parametern durchgeführt, wobei lediglich beim Hämatokrit, Hämoglobingehalt , der BKS (24 h), GOT-Aktivität und dem Bilirubingehalt signifikante Zusammenhänge mit einem Korrelationskoeffizienten > 0,3 festgestellt wurden.

3.3.4.7 **Verlastepunkt**

Da am zweiten Untersuchungstag das Transportgut eine längere Strecke getragen werden mußte, wurde anhand der Korrelationsanalyse überprüft, welche Parameter dadurch beeinflußt wurden.

Tab. 6:

Korrelationen zwischen unterschiedlichem Verlastepunkt und augeführten Parametern.

Anmerkung: Die Extremwerte der Enzymaktivitäten wurden nicht berücksichtigt

Parameter	RW/BW/DIFF	Korrelationskoeffizient	Signifikanz
Erythrozytenzahl	BW	- 0,4934	***
	DIFF	- 0,4034	***
Hämatokrit	BW	0,2908	**
	DIFF	0,2565	*
Hämoglobingehalt	BW	0,2453	**
MCV	BW	0,8139	***
	DIFF	0,6582	***
MCH	BW	0,7715	***
	DIFF	0,5482	***
MCHC	DIFF	0,7731	***
Leukozytenzahl	RW	0,2593	*
BKS (1 h)	DIFF	- 0,2702	*
GPT-Aktivität	BW	0,2379	*
	DIFF	0,4196	***
CK-Aktivität	BW	0,2213	*
	DIFF	0,2850	**
LDH-Aktivität	BW	0,1993	*
Glukosegehalt	RW	0,3722	***
	BW	0,4403	***
	DIFF	0,3050	**
Laktatgehalt	RW	0,7347	***
	BW	0,5071	***
	DIFF	0,2160	*
Atemfrequenz	RW	0,5138	***
Pulsfrequenz	RW	- 0,2631	*

3.3.5 **Tabellen**

Verwendete Abkürzungen und Erklärungen zu den Tabellen

NR	= Tiernummer
UNT.-TAG	= Untersuchungstag
RW	= Ruhewert
BW	= Belastungswert
DIFF	= Differenzwert
M	= Maultier
H	= Haflinger
n	= Anzahl der Probanden
$\bar{x}$	= arithmetischer Mittelwert
s	= Standardabweichung
M/H	= Vergleich auf signifikante Unterschiede zwischen Maultieren und Haflingern
RW/BW	= Vergleich auf signifikante Unterschiede zwischen Ruhe-und Belastungswerten
$\bar{x}/\bar{x}$	= Vergleich der jeweiligen arithmetischen Mittelwerte untereinander auf signifikante Unterschiede
*	= schwach signifikant
**	= signifikant
***	= hochsignifikant

Tab. 7:	Seite 56	Meßergebnisse der untersuchten Parameter
Tab. 8:	Seite 62	Mittelwerte und Standardabweichung der untersuchten Parameter
Tab. 9:	Seite 69	t-Test zwischen Maultieren und Haflingern, Ruhewerte und Belastungswerte, den jeweiligen Mittelwerten untereinander auf signifikante Unterschiede

..

Tab.7: Meßergebnisse der untersuchten Parameter

NR		UNT.-TAG 1 RW	UNT.-TAG 1 BW	UNT.-TAG 2 RW	UNT.-TAG 2 BW	UNT.-TAG 3 RW	UNT.-TAG 3 BW	UNT.-TAG 4 RW	UNT.-TAG 4 BW	UNT.-TAG 5 RW	UNT.-TAG 5 BW	UNT.-TAG 6 RW	UNT.-TAG 6 BW	UNT.-TAG 7 RW	UNT.-TAG 7 BW
Erythrozytenzahl ($x10^6/\mu l$)															
1	M	7.29	8.43			7.46	8.78	6.95	7.53	6.76	7.87	7.08	7.87	6.43	7.91
2	M	7.19	7.88	6.68		6.66	7.89	6.31	8.06	6.36	7.70	6.82	7.69	5.98	7.39
3	M	6.96	8.57			7.65	8.29	6.92	8.31	7.55	8.46	6.97	8.26	6.77	8.76
4	M			6.23	6.15	7.62	7.67	5.65	7.18	6.46		5.99	7.32	6.29	6.66
5	M			6.65	7.78	6.78	8.81			6.52	7.75	6.85	8.53	7.26	8.03
6	M	7.19	8.30	6.89	7.71	8.27	8.17	6.93	7.80					7.40	7.85
7	M	9.19	9.11			8.75	8.23					8.99	8.77	7.82	8.56
8	M			7.64	7.31	8.19	9.32	7.58	9.19	7.47	8.93				
9	M			6.48	7.57	7.22	7.44	7.25	8.10						
10	M					6.39	7.19	5.54	7.10			5.92	7.53		
11	M			7.04	7.02	7.84	8.91								
12	M					6.40	7.58	5.49	7.29						
13	M	7.97	8.88												
14	M			7.08	7.34										
15	M											7.91	8.64		
16	H	6.94	8.90	6.97	7.19			6.18	8.51	6.22	8.23				
17	H	8.00	8.09	6.68	7.19					6.37	7.86				
18	H	7.15	8.44	6.79	6.73										
19	H	7.82	7.03	7.21	6.14										
20	H									7.03	7.53			6.72	6.95
21	H									6.72	8.08			6.16	7.10
22	H											6.70	8.09	7.09	7.90
23	H									7.44	7.56				
24	H											6.47	8.40		
25	H													6.38	7.83
Hämatokrit (Vol %)															
1	M	41.7	48.6			42.5	48.8	39.9	41.0	39.8	43.3	40.7	42.3	38.1	41.9
2	M	42.1	45.7	41.7		38.6	44.3	37.2	45.6	38.3	44.0	40.7	43.6	35.5	39.9
3	M	38.1	47.8			42.7	44.2	37.8	44.0	43.3	45.1	38.4	43.0	37.0	44.1
4	M			37.6	41.9	44.6	43.9	33.8	40.6	39.4		35.4	40.5	36.9	35.4
5	M			40.0	52.3	38.9	49.4			37.7	42.9	39.8	46.5	42.2	42.4
6	M	44.6	50.8	42.1	53.9	50.3	47.8	42.2	45.5					45.8	44.1
7	M	52.0	51.3			50.3	45.4					51.4	46.7	44.8	44.5
8	M			41.4	46.9	42.2	47.1	39.4	46.0	38.6	45.0				
9	M			38.8	50.9	42.7	42.7	42.2	45.1						
10	M					62.7	43.0	34.5	42.3			36.7	43.6		
11	M			42.0	48.0	45.6	51.0								
12	M					40.1	45.9	34.0	43.7						
13	M	40.6	44.8												
14	M			38.2	47.7										
15	M											48.0	48.5		
16	H	37.0	46.9	39.7	45.9			33.1	43.8	33.8	42.0				
17	H	41.9	41.8	38.4	45.9					34.3	39.6				
18	H	36.3	46.1	38.8	42.6										
19	H	42.6	38.8	42.1	39.3										
20	H									41.5	41.6			38.3	37.0
21	H									39.1	44.0			36.4	37.7
22	H											36.6	41.7	37.9	39.3
23	H									43.2	40.4				
24	H											33.8	40.8		
25	H													34.8	38.3
Hämoglobingehalt (g/100ml)															
1	M	14.1	15.9			14.5	16.6	13.3	14.5	12.6	14.7	13.3	14.0	12.0	14.7
2	M	14.0	15.2	13.2		12.6	14.9	11.9	15.5	11.9	14.2	13.0	14.4	11.4	13.3
3	M	12.5	15.4			13.8	14.6	12.5	15.0	13.3	14.8	12.4	14.2	11.9	15.1
4	M			12.7	14.1	14.7	14.8	10.8	13.6	12.4		11.2	13.4	11.5	11.8
5	M			13.4	17.0	12.7	16.7			12.2	14.1	12.8	15.6	13.6	14.3
6	M	14.6	16.6	14.6	17.2	16.5	16.1	13.7	15.6					14.6	15.3
7	M	17.7	16.6			16.2	15.1					16.5	15.5	14.4	15.3
8	M			12.5	16.1	13.9	16.0	12.4	15.7	12.2	15.1				
9	M			13.1	17.6	13.8	14.3	14.1	15.2						
10	M					21.8	14.1	11.1	14.4			11.6	14.9		
11	M			14.2	15.3	15.1	17.1								
12	M					13.0	15.5	11.2	14.8						
13	M	13.6	14.8												
14	M			12.3	15.9										
15	M											15.5	16.5		
16	H	12.2	15.4	12.9	15.6			10.9	14.6	11.1	13.0				
17	H	13.8	13.6	12.4	14.7					10.7	13.1				
18	H	12.6	14.7	12.4	13.8										
19	H	14.2	13.0	13.3	13.1										
20	H									12.5	13.6			11.9	12.4
21	H									12.5	14.3			11.6	12.7
22	H											11.9	13.9	12.2	13.4
23	H									13.6	13.4				
24	H											11.0	13.2		
25	H													10.8	13.4

NR		UNT.-TAG 1 RW	UNT.-TAG 1 BW	UNT.-TAG 2 RW	UNT.-TAG 2 BW	UNT.-TAG 3 RW	UNT.-TAG 3 BW	UNT.-TAG 4 RW	UNT.-TAG 4 BW	UNT.-TAG 5 RW	UNT.-TAG 5 BW	UNT.-TAG 6 RW	UNT.-TAG 6 BW	UNT.-TAG 7 RW	UNT.-TAG 7 BW
BKS (1 Stundenwert, in mm)															
1	M	31	10			37	15	58		58	19	45	35	48	21
2	M	106	71	104		113	69	117		126	72	104	80	100	75
3	M	20	38			73	34	39		79	33	81	47	75	39
4	M			86	33	87	58	128				105	62	120	91
5	M			94	43	119	52			122	61	111	78	41	77
6	M	100	19	102	42	67	56	97						65	58
7	M	85	11			56	45					31	23	30	16
8	M			69	7	41	19	48		86	25				
9	M			70	65	125	118	122							
10	M					96	55	123				101	47		
11	M			81	29	68	18								
12	M					90	37	99							
13	M	38	37												
14	M			138	12										
15	M											48	12		
16	H	17	27	69	22			119	69	110	58				
17	H	43	24	65	25					106	50				
18	H	78	47	87	68										
19	H	71	44	121	80										
20	H									129	90			124	92
21	H									114	58			108	75
22	H											66	21	51	34
23	H									122	80				
24	H											128	69		
25	H													129	92
BKS (24-Stundenwert, in mm)															
1	M	126	113			125	110	132		138	113	132	124	133	118
2	M	132	124	134		139	122	140		138	131	133	124	135	129
3	M	110	120			127	122	137		130	118	133	125	136	119
4	M			139	120	125	125	145				142	131	142	136
5	M			135	117	136	116			138	131	136	117	126	124
6	M	133	115	131	114	126	120	133						124	118
7	M	137	100			120	121					113	116	121	114
8	M			122	107	117	84	122		131	111				
9	M			133	126	135	130	132							
10	M					130	125	142				138	119		
11	M			130	114	125	110								
12	M					138	119	142							
13	M	134	125												
14	M			151	118										
15	M											120	112		
16	H	136	120	142	118			143	121	142	131				
17	H	132	125	139	122					140	133				
18	H	141	125	140	134										
19	H	133	114	139	138										
20	H									139	129			140	138
21	H									137	127			144	129
22	H											139	122	133	125
23	H									130	132				
24	H											147	130		
25	H													146	138
Leukozytenzahl ($x10^3/\mu l$)															
1	M	6.90	8.30			7.70	9.30	7.70	11.90	6.70	10.40	7.00	8.00	5.50	8.40
2	M	7.50	9.70	8.00		7.60	7.30	6.80	8.40	6.40	7.70	6.40	7.20	6.00	8.70
3	M	8.00	9.10			9.00	9.90	8.70	9.60	9.30	10.40	7.90	9.50	8.40	9.30
4	M			9.10	8.30	8.20	8.70	7.70	8.60	8.80		7.30	10.20	8.90	10.90
5	M			9.70	11.40	7.60	11.80			7.50	12.20	7.80	10.50	6.90	14.10
6	M	7.40	8.80	9.10	11.00	8.50	9.80	7.90	9.70					7.00	8.70
7	M	7.50	7.20			7.80	9.90					7.80	8.30	6.80	8.50
8	M			5.40	8.90	5.40	7.40	5.40	6.90	4.60	7.30				
9	M			8.00	9.70	12.70	14.30	10.40	12.50						
10	M					5.80	9.60	6.60	11.00			6.70	11.40		
11	M			9.90	11.10	9.40	10.70								
12	M					4.50	5.90	4.20	5.70						
13	M	9.20	9.90												
14	M			10.40	14.90										
15	M											11.30	11.00		
16	H	6.90	8.20	7.30	8.20			7.40	12.10	6.60	8.60				
17	H	7.50	9.30	8.40	10.10					6.60	8.90				
18	H	6.70	8.40	7.00	8.50										
19	H	8.90	8.10	8.80	8.40										
20	H									6.60	8.60			6.70	9.00
21	H									8.40	9.70			5.60	8.80
22	H											7.00	10.20	6.30	11.60
23	H									6.70	10.90				
24	H											7.60	9.40		
25	H													6.40	7.50

NR		UNT.-TAG 1 RW	UNT.-TAG 1 BW	UNT.-TAG 2 RW	UNT.-TAG 2 BW	UNT.-TAG 3 RW	UNT.-TAG 3 BW	UNT.-TAG 4 RW	UNT.-TAG 4 BW	UNT.-TAG 5 RW	UNT.-TAG 5 BW	UNT.-TAG 6 RW	UNT.-TAG 6 BW	UNT.-TAG 7 RW	UNT.-TAG 7 BW
COT (U/1)															
1	M	107.23	117.36			121.88	137.17	113.26	118.50	115.32	123.14	116.00	126.00	108.40	119.24
2	M	105.41	114.35	100.98		148.65	139.81	108.07	120.36	111.29	122.33	110.00	118.00	96.57	109.66
3	M	116.72	120.97			105.73	106.42	98.00	104.15	99.68	102.35	89.00	94.00	96.95	105.02
4	M			96.00	100.18	123.67	160.19	104.73	105.60	114.14		107.00	110.00	91.39	90.51
5	M			91.35	106.74	98.60	113.69			113.79	122.31	84.00	46.00	88.61	90.29
6	M	107.00	120.21	103.63	116.23	102.77	100.53	124.20	117.67					130.58	132.10
7	M	79.15	78.85			141.32	142.71					78.00	84.00	75.76	80.10
8	M			95.00	104.58	127.36	132.03	112.97	120.20	114.79	118.54				
9	M			101.70	120.95	111.25	113.65	95.80	100.70						
10	M					114.55	113.60	108.73	118.17			103.00	116.00		
11	M			83.36	97.51	91.90	98.86								
12	M	*	*			112.76	115.95	81.65	89.23						
13	M	760.93	793.29												
14	M			86.00	89.66										
15	M											111.00	122.00		
16	H	146.18	103.61	94.88	105.94			113.36	104.52	120.60	125.97				
17	H	129.62	126.55	126.89	136.84					168.98	172.90				
18	H	96.34	129.62	115.83	128.86										
19	H	167.51	153.75	157.11	154.95										
20	H									173.87	171.70			148.56	12.94
21	H									120.87	93.55			136.08	145.99
22	H									*	*	120.00	127.00	119.62	125.77
23	H									314.76	315.30				
24	H											149.00	152.00		
25	H													165.79	34.20
CPT (U/1)															
1	M	1.88	3.05			2.86	3.26	1.45	2.46	1.55	2.78	2.00	2.00	1.83	2.54
2	M	2.28	2.94	1.31		4.78	2.82	1.56	2.45	1.55	2.66	2.00	3.00	2.45	2.19
3	M	4.77	4.74			2.89	2.99	1.92	2.68	1.35	3.77	2.00	3.00	2.75	2.78
4	M			1.29	2.74	2.60	5.27	1.88	2.44	1.90		2.00	2.00	2.33	1.90
5	M			2.47	4.01	2.62	3.22			2.95	2.47	3.00	3.00	2.85	2.59
6	M	4.00	5.71	3.65	5.41	3.68	3.40	4.75	3.93					4.98	5.63
7	M	2.96	3.59			5.92	6.37					3.00	3.00	2.16	2.73
8	M			3.00	3.77	4.27	4.16	2.33	3.33	3.70	3.34				
9	M			1.49	5.60	3.97	3.55	2.96	3.46						
10	M					3.17	3.78	2.65	4.80			2.00	3.00		
11	M			2.53	3.84	2.55	2.90								
12	M	*	*			5.19	5.17	2.44	3.71						
13	M	33.55	32.90												
14	M			2.00	2.38										
15	M											5.00	9.00		
16	H	3.51	2.74	2.38	4.03			2.88	3.22	3.93	3.51				
17	H	2.94	3.61	3.04	5.95					3.62	3.88				
18	H	1.74	3.65	2.69	4.16										
19	H	3.70	3.77	3.45	5.34										
20	H									4.35	3.10			2.63	2.91
21	H									1.55	0.42			0.87	2.92
22	H											3.00	3.00	2.22	3.53
23	H									6.63	6.79				
24	H											3.00	4.00		
25	H													3.19	1.60
CK (U/1)															
1	M	38.96	45.74			85.55	67.54	74.42	89.10	44.60	63.41	51.00	54.00	42.09	48.71
2	M	26.60	31.02	30.26		110.86*	34.94	38.26	38.58	33.14	35.57	39.00	38.00	33.20	33.94
3	M	59.67	61.54			36.10	57.89	37.73	88.13	42.14	48.54	30.00	35.00	68.27	85.82
4	M			47.73	50.35	39.22	150.76*	32.29	42.19	105.12		42.00	50.00	32.68	46.18
5	M			35.92	108.33	51.03	61.31			29.72	34.64	28.00	33.00	40.43	35.33
6	M	31.00	42.54	57.24	65.46	67.95	50.53	61.67	43.67					57.22	41.56
7	M	63.64	34.32			47.07	28.58					29.00	31.00	154.19*	25.98
8	M			25.00	60.66	44.08	47.28	67.14	39.21	29.94	30.05				
9	M			47.21	61.83	43.30	38.57	44.86	37.34						
10	M					37.48	42.61	41.70	48.09			41.00	56.00		
11	M			37.38	41.94	41.04	35.57								
12	M					29.33	32.71	45.26	34.52						
13	M	82.71	93.63												
14	M			23.00	48.15										
15	M											48.00	155.00*		
16	H	50.61	60.01	41.27	46.90			69.53	49.60	37.88	47.35				
17	H	39.91	97.13	53.17	113.65*					52.70	51.79				
18	H	33.10	65.00	61.79	71.08										
19	H	46.72	70.37	60.10	69.33										
20	H									59.92	61.25			50.39	63.30
21	H									42.06	40.76			45.85	59.42
22	H									*	*	53.00	69.00	53.52	80.06
23	H									408.86	181.69				
24	H											76.00	89.00		
25	H													49.04	1034.37

* Vgl. S. 20

NR		UNT.-TAG 1 RW	UNT.-TAG 1 BW	UNT.-TAG 2 RW	UNT.-TAG 2 BW	UNT.-TAG 3 RW	UNT.-TAG 3 BW	UNT.-TAG 4 RW	UNT.-TAG 4 BW	UNT.-TAG 5 RW	UNT.-TAG 5 BW	UNT.-TAG 6 RW	UNT.-TAG 6 BW	UNT.-TAG 7 RW	UNT.-TAG 7 BW
LDH (U/l)															
1	M	198.45	226.28			269.79	242.23	250.61	241.48	197.98	252.60	204.00	222.00	177.21	188.75
2	M	241.76	257.75	236.28		240.91	244.04	232.22	242.88	208.27	235.70	216.00	223.00	197.72	218.84
3	M	181.14	190.82			188.98	179.35	190.51	190.23	163.76	150.57	142.00	159.00	135.21	148.48
4	M			161.98	185.22	271.39	248.70	174.72	185.56	183.58		184.00	188.00	149.64	154.24
5	M			207.97	221.49	199.75	184.63			182.26	189.78	157.00	178.00	185.26	154.16
6	M	191.00	273.56	267.25	297.35	290.71	229.53	274.89	265.76					257.42	235.88
7	M	148.10	153.78			200.92	196.37					130.00	147.00	143.78	135.00
8	M			140.00	220.75	179.60	180.65	221.05	176.29	154.46	160.07				
9	M			225.05	222.28	201.30	180.53	183.92	172.42						
10	M					215.97	216.38	206.05	254.45			206.00	248.00		
11	M			192.35	219.66	201.56	190.75								
12	M					155.04	164.62	138.64	145.41						
13	M	825.83*	913.09*												
14	M			179.00	220.52										
15	M											172.00	285.00		
16	H	368.47	201.45	208.77	234.05			228.57	216.22	217.10	231.91				
17	H	260.64	304.04	302.48	323.77					332.24	327.50				
18	H	180.16	361.96	360.31	393.53										
19	H	307.16	295.48	344.17	322.05										
20	H									564.66*	534.52*			521.12*	507.04*
21	H									328.00	348.22			339.57	356.66
22	H											356.00	378.00	365.70	371.25
23	H									557.02*	514.13*				
24	H											353.00	354.00		
25	H													437.89*	566.36*
α-HBDH (U/l)															
1	M	106.84	117.69			145.35	137.10	130.75	125.52	110.31	132.35	115.00	124.00	100.19	110.00
2	M	131.02	139.93	125.00		134.13	141.41	125.45	134.44	114.59	134.55	124.00	127.00	116.28	131.13
3	M	97.79	99.82			101.96	98.07	96.91	94.99	81.23	82.42	77.00	88.00	73.34	79.63
4	M			86.48	90.81	152.26	144.83	97.67	98.06	91.50		103.00	106.00	85.48	87.73
5	M			98.52	107.45	96.56	97.09			94.38	105.72	85.00	97.00	102.84	88.15
6	M	108.00	139.49	133.50	150.45	140.51	122.36	150.86	141.46					135.84	133.51
7	M	76.34	77.79			118.58	117.49					74.00	82.00	72.78	78.96
8	M			80.00	109.39	101.58	103.33	111.98	94.32	83.99	90.87				
9	M			113.61	113.39	107.79	99.54	96.98	90.94						
10	M					124.52	123.30	108.77	134.60			115.00	137.00		
11	M			96.54	109.76	104.67	104.39								
12	M	*	*			87.97	94.75	75.08	77.91						
13	M	500.14*	493.28*												
14	M			101.00	109.87										
15	M											97.00	168.00		
16	H	204.36	108.14	108.91	118.28			127.73	113.51	119.14	131.46				
17	H	138.50	153.75	162.77	167.89					172.17	179.87				
18	H	94.40	194.31	202.50	206.38										
19	H	172.75	159.53	187.76	166.78										
20	H									289.89*	287.51*			285.86*	291.05*
21	H									174.69	186.92			192.20	212.52
22	H											205.00	213.00	204.42	213.83
23	H									270.16*	274.95*				
24	H											198.00	196.00		
25	H													245.91*	294.11*

* Vgl. S. 20

NR		UNT.-TAG 1 RW	UNT.-TAG 1 BW	UNT.-TAG 2 RW	UNT.-TAG 2 BW	UNT.-TAG 3 RW	UNT.-TAG 3 BW	UNT.-TAG 4 RW	UNT.-TAG 4 BW	UNT.-TAG 5 RW	UNT.-TAG 5 BW	UNT.-TAG 6 RW	UNT.-TAG 6 BW	UNT.-TAG RW	UNT.-TAG BW
Glukose (mg/100ml)															
1	M	80.00	81.00			77.00	85.00	77.00	95.00	87.00	108.00	84.00	91.00	86.00	86.0
2	M	80.00	94.00	82.00		95.00	85.00	78.00	92.00	80.00	96.00	81.00	98.00	88.00	93.0
3	M	89.00	108.00			86.00	103.00	78.00	59.00	89.00	99.00	91.00	117.00	92.00	105.0
4	M			99.00	163.00	81.00	111.00	86.00	75.00	91.00		87.00	95.00	96.00	118.0
5	M			92.00	91.00	87.00	81.00			91.00	92.00	83.00	99.00	90.00	103.0
6	M	85.00	97.00	95.00	155.00	77.00	100.00	97.00	94.00					90.00	103.0
7	M	83.00	88.00			91.00	130.00					90.00	90.00	88.00	94.0
8	M			96.00	99.00	75.00	98.00	82.00	89.00	82.00	89.00				
9	M			88.00	92.00	105.00	118.00	70.00	86.00						
10	M					85.00	103.00	83.00	80.00			80.00	99.00		
11	M			85.00	94.00	87.00	88.00								
12	M					91.00	101.00	51.00	82.00						
13	M	90.00	91.00												
14	M			93.00	161.00										
15	M											90.00	122.00		
16	H	77.00	104.00	90.00	114.00			93.00	91.00	78.00	90.00				
17	H	77.00	86.00	77.00	144.00					85.00	66.00				
18	H	79.00	98.00	102.00	100.00										
19	H	83.00	153.00	98.00	126.00										
20	H									87.00	86.00			77.00	97.0
21	H									81.00	97.00			73.00	103.0
22	H											77.00	87.00	79.00	94.0
23	H									82.00	140.00				
24	H											82.00	124.00		
25	H													80.00	98.0
Laktat (mg/100ml)															
1	M	13.10	7.50			6.20	16.10	4.00	5.90	4.82	9.42	12.10	6.70	4.30	8.80
2	M	7.20	9.90	26.30		5.60	5.40	6.70	6.40	5.09	7.77	15.00	7.00	4.60	10.10
3	M	8.60	9.10			4.30	9.60	6.40	8.80	6.43	8.84	15.50	6.70	4.00	7.50
4	M			23.90	37.30	3.80	6.70	6.70	7.50	12.60		15.30	7.80	10.70	8.30
5	M			24.10	23.00	7.80	7.80			4.82	9.11	16.30	7.80	5.10	8.60
6	M	10.50	12.90	24.70	27.60	6.20	5.10	7.00	8.00					6.20	7.20
7	M	7.80	10.70			7.80	13.70					14.20	8.30	4.60	7.30
8	M			5.10	19.30	5.60	5.60	6.70	11.00	2.41	6.16				
9	M			24.90	23.30	7.00	5.10	5.10	5.90						
10	M					5.10	11.80	6.40	8.80			15.80	8.60		
11	M			23.60	31.10	6.70	6.20								
12	M					8.60	3.50	7.20	5.40						
13	M	10.70	10.70												
14	M			7.00	28.70										
15	M											14.20	15.00		
16	H	6.40	59.80	26.80	34.60			12.60	30.30	13.13	20.61				
17	H	7.00	14.20	23.60	90.60					5.36	12.59				
18	H	8.60	9.10	24.40	31.60										
19	H	4.60	65.10	24.40	34.00										
20	H									8.84	23.85			5.60	14.00
21	H									8.04	35.10			4.80	26.80
22	H											12.30	12.60	5.10	18.70
23	H									7.50	44.22				
24	H											15.00	31.40		
25	H													5.40	17.40
Bilirubin (mg/100ml)															
1	M	1.25	2.00			1.32	1.84	1.22	1.51	1.02	1.33	1.00	1.10	0.87	0.99
2	M	0.88	1.16	0.89		1.27	1.42	0.88	0.99	0.80	1.05	0.80	1.00	0.70	0.89
3	M	1.21	1.65			1.01	1.29	0.83	0.87	0.91	1.30	0.90	0.90	0.81	0.99
4	M			0.92	1.30	1.12	1.76	0.93	1.25	1.09		1.10	1.20	0.72	0.88
5	M			0.82	1.14	0.83	1.20			0.75	1.08	0.60	0.70	0.74	0.66
6	M	1.20	1.48	1.05	1.47	1.03	1.37	1.17	1.08					0.99	1.03
7	M	1.83	2.50			1.44	1.93					1.00	1.20	1.01	1.23
8	M			0.86	1.19	1.01	1.54	0.95	1.19	1.25	1.25				
9	M			0.93	1.02	0.91	1.64	0.70	0.89						
10	M					2.42	2.38	2.13	2.02			1.60	1.90		
11	M			1.28	2.08	0.98	1.30								
12	M					1.37	1.77	1.38	1.77						
13	M	0.60	0.87												
14	M			1.03	1.37										
15	M											0.90	0.80		
16	H	1.04	1.14	1.09	1.34			1.13	0.94	1.59	1.70				
17	H	0.76	1.00	0.84	0.99					1.39	1.36				
18	H	0.91	1.24	0.74	1.00										
19	H	0.91	0.87	0.91	0.92										
20	H									0.93	1.07			0.78	0.78
21	H									1.16	1.16			0.75	0.88
22	H											1.00	1.10	1.10	1.13
23	H									1.08	1.32				
24	H											0.80	0.80		
25	H													0.80	0.1

NR		UNT.-TAG 1 RW	UNT.-TAG 1 BW	UNT.-TAG 2 RW	UNT.-TAG 2 BW	UNT.-TAG 3 RW	UNT.-TAG 3 BW	UNT.-TAG 4 RW	UNT.-TAG 4 BW	UNT.-TAG 5 RW	UNT.-TAG 5 BW	UNT.-TAG 6 RW	UNT.-TAG 6 BW	UNT.-TAG 7 RW	UNT.-TAG 7 BW
Pulsfrequenz (Schläge/min)															
1	M	42	66			33	84			43	66	42	60		
2	M	30	70	42		28	84			32	84	36	72		
3	M	36	60			42	90			42	84	48	60		
4	M			36	78	30	96			36		36	78		
5	M			42	66	36	84			36	72	36	66		
6	M	54	60	36	66	60	84								
7	M	42	70			60	90					60	66		
8	M			24	66	36	84			36	72				
9	M			38	72	30	84								
10	M					36	94					32	78		
11	M			30	78	36	90								
12	M					42	96								
13	M	36	60												
14	M			36	84										
15	M											54	78		
16	H	48	56	30	78					28	72				
17	H	30	80	36	90					28	72				
18	H	36	80	36	90										
19	H	48	90	30	84										
20	H									42	84				
21	H									36	90				
22	H											42	90		
23	H									40	96				
24	H											32	90		
25	H														
Atemfrequenz (Atemzüge/min)															
1	M	24	80			12	60			16	60	12	54		
2	M	20	80	30		12	78			16	66	18	66		
3	M	18	78			12	72			14	72	16	54		
4	M			30	72	24	84			18		16	66		
5	M			24	60	16	72			18	66	16	60		
6	M	18	60	36	54	16	66								
7	M	24	70			24	78					20	60		
8	M			12	72	12	60			16	60				
9	M			24	66	24	78								
10	M					14	84					20	60		
11	M			24	72	12	78								
12	M					24	84								
13	M	36	80												
14	M			42	90										
15	M											20	72		
16	H	23	96	30	66					16	66				
17	H	19	90	18	108					12	72				
18	H	15	100	30	96										
19	H	12	100	18	78										
20	H									18	72				
21	H									12	84				
22	H											24	84		
23	H									12	84				
24	H											16	78		
25	H														

Tab. 8: Mittelwerte und Standardabweichung der untersuchten Parameter

Erythrozytenzahl (x10 ^{6}/µl)

Ruhewerte				Belastungswerte				Differenzwerte			
Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	10	7,57	0,69	1	10	8,36	0,60	1	10	0,79	0,84
2	12	6,86	0,34	2	11	7,10	0,56	2	11	0,22	0,65
3	12	7,44	0,77	3	12	8,19	0,66	3	12	0,75	0,72
4	10	6,48	0,75	4	10	7,91	0,66	4	10	1,43	0,53
5	11	6,81	0,49	5	10	8,00	0,44	5	10	1,15	0,54
6	10	6,97	0,91	6	10	8,11	0,49	6	10	1,14	0,62
7	11	6,75	0,58	7	11	7,72	0,65	7	11	0,97	0,55

Hämoglobingehalt (g/100ml)

Maultiere				Maultiere							
Unt-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	6	14,4	1,8	1	6	15,8	0,7	1	10	1,2	1,6
2	8	13,3	0,8	2	7	16,2	1,2	2	11	2,4	1,4
3	12	14,9	2,5	3	12	15,5	1,0	3	12	0,6	3,0
4	9	12,3	1,2	4	9	14,9	0,7	4	10	2,7	1,0
5	6	12,4	0,5	5	5	14,6	0,4	5	10	1,8	0,8
6	8	13,3	1,8	6	8	14,8	1,0	6	10	1,6	1,2
7	7	12,8	1,4	7	7	14,3	1,3	7	11	1,4	1,0

Haflinger				Haflinger			
Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	4	13,2	1,0	1	4	14,2	1,1
2	4	12,8	0,4	2	4	14,3	1,1
3	-	-	-	3	-	-	-
4	1	10,9	-	4	1	14,6	-
5	5	12,1	1,2	5	5	13,5	0,5
6	2	11,5	0,6	6	2	13,6	0,5
7	4	11,6	0,6	7	4	13,0	0,5

Hämatokrit (Vol %)

Maultiere				Maultiere							
Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	6	43,2	4,8	1	6	48,2	2,6	1	10	4,6	4,8
2	8	40,2	1,8	2	7	48,8	4,0	2	11	6,9	4,5
3	12	45,1	6,7	3	12	46,1	2,7	3	12	1,0	7,8
4	9	37,9	3,3	4	9	43,8	2,0	4	10	6,4	3,1
5	6	39,5	2,0	5	5	44,1	1,0	5	10	3,8	3,3
6	8	41,4	5,5	6	8	44,3	2,7	6	10	3,6	3,7
7	7	40,0	4,2	7	7	41,8	3,2	7	11	1,5	2,8

Haflinger				Haflinger			
Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	4	39,5	3,3	1	4	43,4	3,8
2	4	39,8	1,7	2	4	43,4	3,2
3	-	-	-	3	-	-	-
4	1	33,1	-	4	1	43,8	-
5	5	38,4	4,2	5	5	41,5	1,7
6	2	35,2	2,0	6	2	41,3	0,6
7	4	36,9	3,2	7	4	38,1	1,0

Ruhewerte | Belastungswerte | Differenzwerte

MCV (μm^3)

Maultiere

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	6	56,68	3,72	1	10	55,36	3,21	1	10	0,26	1,42
2	8	58,96	3,14	2	11	65,91	2,31	2	11	7,80	1,68
3	12	61,21	11,93	3	12	56,46	2,73	3	12	-4,75	10,58
4	9	58,46	3,40	4	10	55,56	3,34	4	10	-2,41	0,50
5	6	57,82	3,33	5	10	53,58	2,32	5	10	-3,36	0,93
6	8	58,66	2,17	6	10	53,98	2,77	6	10	-3,64	0,50
7	7	58,46	2,21	7	11	52,40	2,07	7	11	-5,17	0,87

Haflinger

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	4	52,73	1,57
2	4	57,49	0,64
3	-	-	-
4	1	53,56	-
5	5	56,69	2,41
6	2	53,43	1,69
7	4	56,02	2,53

MCH (pg)

Maultiere

Unt-tag	n	$\bar{x}$	s
1	6	18,90	1,17
2	8	19,45	1,66
3	12	20,22	4,46
4	9	19,02	1,21
5	6	18,20	1,05
6	8	18,82	0,61
7	7	18,64	0,67

Maultiere

Unt-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	6	18,50	1,16	1	10	-0,30	0,35
2	7	22,26	0,61	2	11	2,74	1,31
3	12	18,95	0,90	3	12	-1,28	4,17
4	9	19,10	1,06	4	10	0,02	0,41
5	5	17,94	0,73	5	10	-0,37	0,73
6	8	18,36	0,84	6	10	-0,56	0,40
7	7	18,10	0,73	7	11	-0,42	0,43

Haflinger

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	4	17,65	0,38
2	4	18,45	0,13
3	-	-	-
4	1	17,64	-
5	5	17,86	0,68
6	2	17,38	0,54
7	4	17,67	0,84

Haflinger

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	4	17,51	0,71
2	4	21.00	0,62
3	-	-	-
4	1	17,16	-
5	5	17,19	0,94
6	2	16,45	1,04
7	4	17,45	0,48

MCHC (g/100ml)

Unt-tag	n	$\bar{x}$	s
1	10	33,41	0,63
2	12	32,66	1,27
3	12	32,94	0,77
4	10	32,57	0,66
5	11	31,50	0,75
6	10	32,18	0,37
7	11	31,76	0,48

Maultiere

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	6	32,71	0,39	1	10	-0,71	0,93
2	7	33,17	1,10	2	11	0,33	1,89
3	12	33,56	0,37	3	12	0,62	0,91
4	9	34,11	0,53	4	10	1,46	0,77
5	5	33,09	0,66	5	10	1,28	1,31
6	8	33,40	0,47	6	10	1,11	0,75
7	7	34,11	0,67	7	11	2,34	0,83

Haflinger

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	4	32,79	0,77
2	4	32,94	0,89
3	-	-	-
4	1	33,33	-
5	5	32,48	0,90
6	2	32,84	0,69
7	4	34,07	0,66

Ruhewerte				Belastungswerte				Differenzwerte			
BKS (1-Stundenwert, in mm)											
Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	10	58,9	33,1	1	10	32,8	18,6	1	10	-26,1	32,3
2	12	90,5	22,6	2	11	38,7	23,7	2	11	-50,5	30,3
3	12	81,0	29,1	3	12	48,0	28,2	3	12	-33,0	19,0
4	10	95,0	34,0	4	10	49,7*	26,6*	4	-	-	-
5	10	105,2	23,4	5	10	54,6	23,3	5	10	-50,6	8,5
6	10	82,0	32,8	6	10	57,4	24,4	6	10	-34,6	16,9
7	10	31,0	36,4	7	11	60,9	28,8	7	11	-20,1	20,9
BKS (24-Stundenwert, in mm)											
Maultiere				**Maultiere**							
Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	6	128,7	9,8	1	6	116,2	9,2	1	10	-13,3	11,8
2	8	134,4	8,3	2	7	116,6	5,9	2	11	-15,7	8,8
3	12	128,6	7,1	3	12	117,0	11,9	3	12	-11,6	10,0
4	9	136,1	7,1	4	9	119,6*	9,5*	4	-	-	-
5	5	135,0	4,1	5	5	120,8	9,7	5	10	-10,7	7,4
6	8	130,9	9,6	6	8	121,0	6,1	6	10	-11,3	6,9
7	7	131,0	7,5	7	7	122,6	7,7	7	11	- 8,4	5,1
Haflinger				**Haflinger**							
Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s				
1	4	135,5	4,0	1	4	121,0	5,2				
2	4	140,0	1,4	2	4	128,0	9,5				
3	-	-	-	3	-	-	-				
4	1	143,0	-	4	1	121,0	-				
5	5	137,6	4,6	5	5	130,4	2,4				
6	2	143,0	5,7	6	2	126,0	5,7				
7	4	140,8	5,7	7	4	132,5	6,6				
Leukozytenzahl ($x10^3/\mu l$)											
Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	10	7,7	0,8	1	10	8,7	0,8	1	10	1,1	0,9
2	12	8,4	1,4	2	11	10,0	2,0	2	11	1,6	1,5
3	12	7,9	2,1	3	12	9,6	2,2	3	12	1,7	1,3
4	10	7,3	1,7	4	10	9,6	2,3	4	10	2,4	1,5
5	11	7,1	1,3	5	10	9,5	1,5	5	10	2,5	1,3
6	10	7,7	1,4	6	10	9,6	1,4	6	10	1,9	1,5
7	11	6,8	1,1	7	11	9,6	1,9	7	11	2,8	1,9

Vgl.S.30

Ruhewerte				Belastungswerte				Differenzwerte			
GOT (U/1)											
Maultiere											
Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	5	103,10	14,11	1	9	118,36	20,16	1	9	1,12	20,86
2	8	94,75	7,42	2	11	114,77	19,31	2	11	10,06	6,09
3	12	116,70	16,85	3	12	122,88	19,10	3	12	6,18	11,71
4	9	105,27	12,26	4	10	109,91	10,60	4	10	3,83	6,78
5	6	111,50	5,96	5	9	128,09	27,28	5	9	1,51	11,46
6	8	99,75	14,12	6	10	109,50	29,02	6	10	2,80	14,71
7	7	98,32	17,31	7	11	95,07	40,65	7	11	-19,32	56,67
Haflinger											
Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s								
1	4	134,91	30,03								
2	4	123,68	25,94								
3	-	-	-								
4	1	113,36	-								
5	4	146,08	29,33								
6	2	134,50	20,51								
7	4	142,51	19,53								
GPT (U/1)											
Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	9	3,09	1,01	1	9	3,76	0,94	1	9	0,67	0,85
2	12	2,44	0,79	2	11	4,29	1,16	2	11	1,75	1,01
3	12	3,71	1,13	3	12	3,91	1.12	3	12	0,20	1,04
4	10	2,48	0,95	4	10	3,25	0,77	4	10	0,77	0,74
5	11	3,01	1,64	5	10	3,27	1,58	5	10	0,15	1,15
6	10	2,70	0,95	6	10	3,50	2,01	6	10	0,80	1,23
7	11	2,57	1,01	7	11	2,85	1,06	7	11	0,28	0,96
CK (U/1)											
				Maultiere							
Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	10	47,29	17,34	1	6	51,47	23,25	1	10	12,84	22,84
2	12	43,34	13,35	2	7	62,39	21,94	2	10	18,74	21,47
3	11	47,47	16,06	3	11	45,23	12,78	3	10	- 2,03	13,27
4	10	51,29	15,32	4	9	51,20	21,57	4	10	- 0,24	22,53
5	10	47,72	22,34	5	5	42,44	13,59	5	9	4,58	6,42
6	10	43,70	14,47	6	7	42,43	10,56	6	9	7,33	6,06
7	10	47,24	10,95	7	7	45,36	19,45	7	9	7,85	12,78
				Haflinger							
				Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s				
				1	4	73,13	16,55				
				2	3	62,44	13,48				
				3	-	-	-				
				4	1	49,60	-				
				5	4	50,29	8,60				
				6	2	79,00	14,14				
				7	3	67,59	10,97				

Ruhewerte				Belastungswerte				Differenzwerte			
LDH (U/1)											
Maultiere				**Maultiere**							
Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	5	192,09	33,78	1	5	220,44	48,91	1	9	20,92	91,52
2	8	201,24	41,51	2	7	226,75	33,87	2	11	24,67	25,73
3	12	217,99	41,34	3	12	204,82	29,73	3	12	-13,18	18,89
4	9	208,07	41,62	4	9	208,28	43,07	4	10	- 1,05	23,72
5	6	181,72	20,19	5	5	197,74	45,16	5	8	14,04	20,95
6	8	176,38	31,38	6	8	206,25	46,82	6	10	26,20	32,59
7	7	178,03	41,94	7	7	176,48	38,67	7	9	1,31	18,00
Haflinger				**Haflinger**							
Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s				
1	4	279,11	79,38	1	4	290,73	66,44				
2	4	303,93	67,96	2	4	318,35	65,32				
3	-	-	-	3	-	-	-				
4	1	228,57	-	4	1	216,22	-				
5	3	292,45	65,29	5	3	302,54	62,04				
6	2	354,50	2,12	6	2	366,00	16,97				
7	2	352,64	18,48	7	2	363,96	10,32				

α-HBDH (U/1)											
Maultiere				**Maultiere**							
Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	5	104,00	90,73	1	5	114,94	29,66	1	9	6,72	50,54
2	8	104,33	18,44	2	7	113,02	18,07	2	11	7,17	12,28
3	12	117,99	21,11	3	12	115,31	18,36	3	12	-2,69	7,10
4	9	110,49	22,51	4	9	110,25	23,56	4	10	-1.64	12,47
5	6	96,00	13,68	5	5	109,18	23.68	5	8	11,71	6,82
6	8	98,75	18,75	6	8	116,13	28,61	6	10	14,50	20,87
7	7	98,11	23,08	7	7	101,30	23,55	7	9	5,79	10,13
Haflinger				**Haflinger**							
Unt-tag	n	$\bar{x}$	s	Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s				
1	4	152,50	47,16	1	4	153,93	35,40				
2	4	165,49	41,13	2	4	164,83	36,08				
3	-	-	-	3	-	-	-				
4	1	127,73	-	4	1	113,51	-				
5	3	155,33	31.73	5	3	166,08	30,19				
6	2	201,50	4,35	6	2	204,50	12,02				
7	2	198,31	8,64	7	2	213,18	0,93				

Ruhewerte | Belastungswerte | Differenzwerte

Glukose (mg/100ml)

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	10	82,3	4,6
2	12	91,4	7,4
3	12	86,4	8,5
4	10	79,5	12,7
5	11	84,8	4,5
6	10	84,5	4,8
7	11	85,4	7,1

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	10	100,0	20,3
2	11	121,7	29,2
3	12	100,3	14,5
4	10	84,3	11,0
5	10	96,3	18,8
6	10	102,2	13,7
7	11	99,5	8,4

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	10	17,7	20,7
2	11	29,5	29,6
3	12	13,8	14,4
4	10	4,8	15,1
5	10	12,1	19,7
6	10	17,7	12,7
7	11	14,1	8,5

Laktat (mg/100ml)

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	10	8,45	2,45
2	12	21,57	7,33
3	12	6,23	1,45
4	10	6,88	2,23
5	11	7,19	3,32
6	10	14,57	1,41
7	11	5,49	1,83

Maultiere

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	6	10,13	1,81
2	7	27,19	5,98
3	12	8,05	3,93
4	9	7,52	1,82
5	5	8,26	1,33
6	8	8,49	2,73
7	7	8,26	1,03

Maultiere

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	6	0,48	3,21
2	7	8,14	8,72
3	12	1,83	4,32
4	9	1,28	1,75
5	5	3,55	0,97
6	8	- 6,31	3,11
7	7	2,61	2,62

Haflinger

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	4	37,05	29,48
2	4	47,70	28,63
3	-	-	-
4	1	30,30	-
5	5	27,27	12,45
6	2	22,00	13,29
7	4	19,23	5,42

Haflinger

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	4	30,40	30,92
2	4	22,90	29,42
3	-	-	-
4	1	17,70	-
5	5	18,70	12,90
6	2	8,35	11,38
7	4	14,00	5,76

Bilirubin (mg/100ml)

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	10	1,06	0,34
2	12	0,95	0,15
3	12	1,23	0,42
4	10	1,13	0,41
5	11	1,09	0,25
6	10	0,97	0,26
7	11	0,84	0,13

Maultiere

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	6	1,61	0,59
2	7	1,37	0,35
3	12	1,62	0,34
4	9	1,29	0,40
5	5	1,20	0,13
6	8	1,10	0,37
7	7	0,95	0,16

Maultiere

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	6	0,45	0,21
2	7	0,38	0,21
3	12	0,39	0,21
4	9	0,15	0,18
5	5	0,26	0,15
6	8	0,11	0,12
7	7	0,12	0,10

Haflinger

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	4	1,06	0,16
2	4	1,06	0,19
3	-	-	-
4	1	0,94	-
5	5	1,32	0,24
6	2	0,95	0,21
7	4	0,73	0,44

Haflinger

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	4	0,16	0,16
2	4	0,17	0,12
3	-	-	-
4	1	-0,19	-
5	5	0,09	0,11
6	2	0,05	0,07
7	4	-0,13	0,38

Ruhewerte | Belastungswerte | Differenzwerte

Pulsfrequenz (Schläge/min)

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	10	40	8
2	12	35	5
3	12	39	11
4	-	-	-
5	11	36	5
6	10	42	9
7	-	-	-

Maultiere

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	6	64	5
2	7	73	7
3	12	88	5
4	-	-	-
5	5	76	8
6	8	70	8
7	-	-	-

Maultiere

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	6	24	11
2	7	38	9
3	12	49	12
4	-	-	-
5	5	38	11
6	8	27	14
7	-	-	-

Haflinger

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	4	77	14
2	4	86	6
3	-	-	-
4	-	-	-
5	5	83	11
6	2	90	0
7	-	-	-

Haflinger

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	4	36	19
2	4	53	3
3	-	-	-
4	-	-	-
5	5	48	6
6	2	53	7
7	-	-	-

Atemfrequenz (Atemzüge/min)

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	10	21	7
2	12	27	8
3	12	16	6
4	-	-	-
5	11	15	2
6	10	18	3
7	-	-	-

Maultiere

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	6	75	8
2	7	69	11
3	12	75	9
4	-	-	-
5	5	65	5
6	8	62	6
7	-	-	-

Maultiere

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	6	51	8
2	7	42	13
3	12	58	7
4	-	-	-
5	5	49	6
6	8	44	5
7	-	-	-

Haflinger

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	4	97	5
2	4	87	19
3	-	-	-
4	-	-	-
5	5	76	8
6	2	81	4
7	-	-	-

Haflinger

Unt.-tag	n	$\bar{x}$	s
1	4	79	9
2	4	63	22
3	-	-	-
4	-	-	-
5	5	62	10
6	2	61	1
7	-	-	-

Tab. 9:
t-Test zwischen Maultieren und Haflingern, Ruhewerten und Belastungswerten, den jeweiligen Mittelwerten untereinander auf signifikante Unterschiede.

Anmerkung: Die Ziffern 1 - 7 entsprechen den jeweiligen Untersuchungstagen.
Beim Vergleich der Mittelwerte untereinander wurden alle Signifikanzgrade nur mit * gekennzeichnet.

M / H	RW/BW	$\bar{x}$ / $\bar{x}$

Erythrozytenzahl

RW: Es gibt keine signifikanten Unterschiede
BW:
DIFF:

1	*
2	
3	**
4	***
5	***
6	***
7	***

RW:

	1	2	3	4	5	6	7
1		*		*	*	*	*
2							
3		*		*	*		*
4							
5							
6							
7							

BW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2	*		*	*	*	*	*
3							
4							
5							
6							
7	*	*					

DIFF:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2	*			*	*	*	*
3							
4	*	*	*				
5							
6							
7		*					

Hämatokritwert

RW: ***
BW: ***
DIFF.

1	*
2	***
3	
4	***
5	**
6	**
7	

Maultiere
RW:

	1	2	3	4	5	6	7
1			*				
2							
3		*		*	*		*
4							
5							
6							
7							

Maultiere
BW:

	1	2	3	4	5	6	7
1				*	*	*	*
2			*	*	*	*	*
3							*
4							
5							
6							
7							

DIFF:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3	*		*				
4		*					*
5							
6							
7	*		*				

Haflinger
RW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2	Es gibt keine						
3	signifikanten						
4	Unterschiede						
5							
6							
7							

Haflinger
BW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7	*	*					

Hämoglobingehalt

RW: ***
BW: ***
DIFF.

1	*
2	***
3	
4	***
5	**
6	**
7	***

Maultiere
RW:

	1	2	3	4	5	6	7
1				*	*		
2							
3		*		*	*	*	*
4							
5							
6							
7							

Maultiere
BW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							*
2				*	*	*	*
3							*
4							
5							
6							
7							

DIFF:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3	*		*				
4	*		*				
5							
6							
7							

Haflinger
RW:

	1	2	3	4	5	6	7
1			*		*	*	
2							
3							
4							
5							
6							
7							

Haflinger
BW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2						*	
3							
4							
5							
6							
7							

M / H	RW/BW	

MCV

RW: ***

BW:

DIFF.

1	
2	***
3	
4	***
5	***
6	***
7	***

Maultiere

RW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

Es gibt keine signifikanten Unterschiede

BW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							*
2	*		*	*	*	*	*
3					*	*	*
4							*
5							
6							
7							

DIFF:

	1	2	3	4	5	6	7
1			*				*
2	*		*	*	*	*	*
3							
4							
5							
6							
7							

Haflinger

RW:

	1	2	3	4	5	6	7
1		*			*		*
2						*	
3							
4							
5							
6							
7							

MCH

RW: ***

BW: *

DIFF.

1	*
2	***
3	
4	
5	
6	**
7	**

Maultiere

RW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

Es gibt keine signifikanten Unterschiede

Maultiere

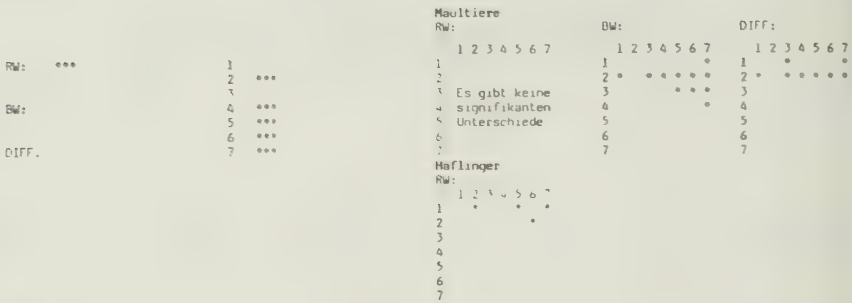
BW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2	*		*	*	*	*	*
3							
4							
5		*	*	*			
6							
7		*		*			

DIFF:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2	*		*	*	*	*	*
3							
4							
5							
6							
7							

Haflinger



RW:

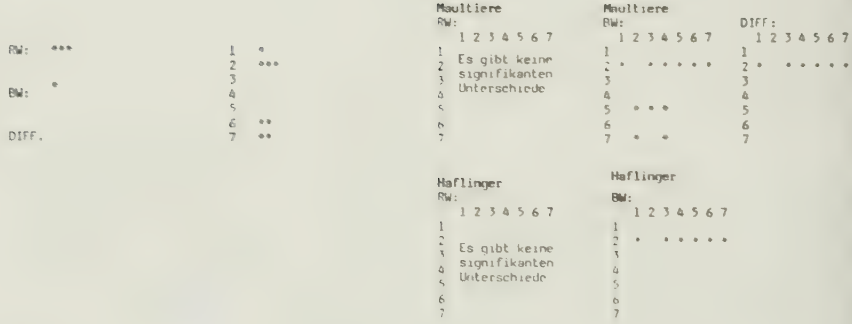
	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

Es gibt keine signifikanten Unterschiede

Haflinger

BW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2	*		*	*	*	*	*
3							
4							
5							
6							
7							



MCHC

RW:

BW: *

DIFF.

1	*
2	
3	
4	*
5	***
6	*
7	***
	***

RW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2	*						
3							
4	*						
5	*	*	*	*	*		
6	*		*				
7	*	*	*	*			

Maultiere

BW:

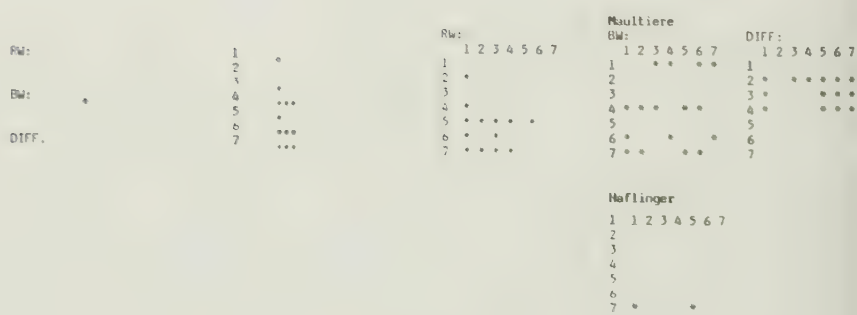
	1	2	3	4	5	6	7
1			*	*		*	*
2							
3							
4	*	*	*		*	*	
5							
6	*			*			*
7	*	*			*	*	

DIFF:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2	*		*	*	*	*	*
3	*				*	*	*
4	*				*	*	*
5							
6							
7							

Haflinger

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7	*				*		



M / H	RW/BW	$\bar{x}$ / $\tilde{x}$

BKS (1-Stunden-Wert)

RW:
BW: Es gibt keine signifikanten Unterschiede
DIFF:

1	*
2	***
3	***
4	
5	***
6	***
7	**

RW:

	1	2	3	4	5	6	7
1		*		*	*		
2							
3							
4							
5							
6							
7							

BW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7	*	*					

DIFF:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7		*				*	

BKS (24-Stunden-Wert)

M / H

RW:
BW:
DIFF:

RW/BW

1	
2	**
3	***
4	***
5	
6	***
7	***
	***

Maultiere

RW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3	Es gibt keine						
4	signifikanten						
5	Unterschiede						
6							
7							

Maultiere

BW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3	Es gibt keine						
4	signifikanten						
5	Unterschiede						
6							
7							

DIFF:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7		*					

Haflinger

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3	Es gibt keine						
4	signifikanten						
5	Unterschiede						
6							
7							

Haflinger

	1	2	3	4	5	6	7
1					*	.	*
2							
3							
4							
5							
6							
7							

Leukozytenzahl

RW:
BW: Es gibt keine signifikanten Unterschiede
DIFF.

1	**
2	**
3	***
4	***
5	***
6	***
7	***

RW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2			*			*	
3							
4							
5							
6							
7							

BW:

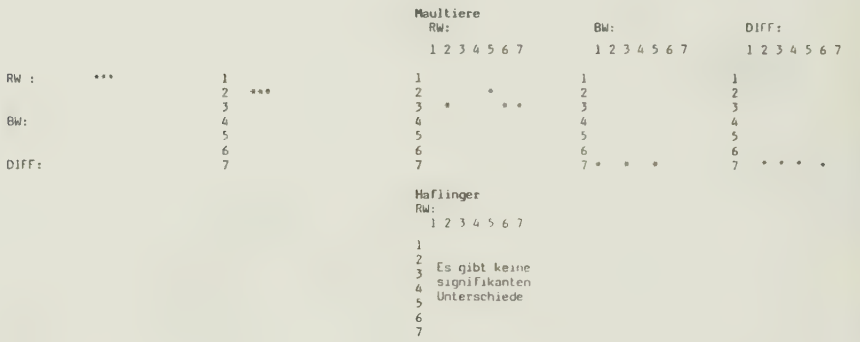
	1	2	3	4	5	6	7
1							
2	Es gibt keine						
3	signifikanten						
4	Unterschiede						
5							
6							
7							

DIFF:

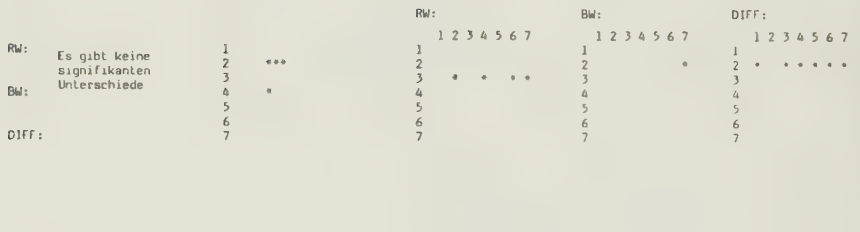
	1	2	3	4	5	6	7
1					*	*	*
2							*
3							
4							
5							
6							
7	*	*					

M / H	RW/BW	$\bar{x}$ / $\bar{x}$

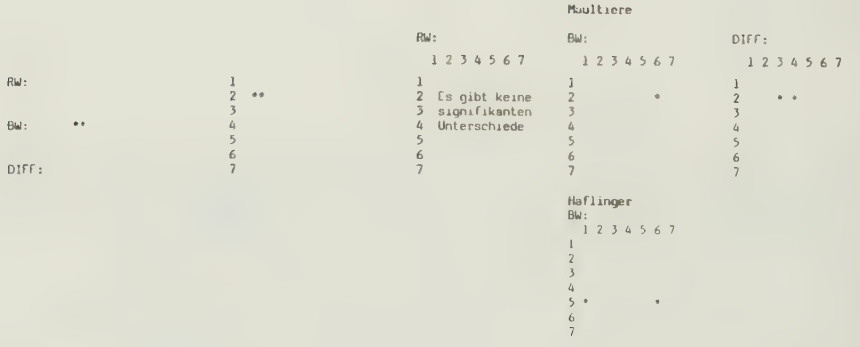
GOT



GPT



CK



M / H	RW/BW	$\bar{x}$ / $\bar{x}$

LDH

RW:	***	1	
		2	**
		3	*
BW:	***	4	
		5	
		6	*
DIFF:		7	

Maultiere

RW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3					*		*
4							
5							
6							
7							

Maultiere

BW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2						*	
3							
4							
5							
6							
7							

DIFF:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3	*						*
4							
5							
6							
7							

Haflinger

RW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

Es gibt keine signifikanten Unterschiede

Haflinger

BW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

Es gibt keine signifikanten Unterschiede

$\measuredangle$ -HBDH

RW:	***	1	
		2	
		3	
BW:	***	4	
		5	**
		6	
DIFF:		7	

Maultiere

RW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3					*	*	*
4							
5							
6							
7							

Maultiere

BW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3	Es gibt keine						
4	signifikanten						
5	Unterschiede						
6							
7							

DIFF:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3	Es gibt keine						
4	signifikanten						
5	Unterschiede						
6							
7							

Haflinger

RW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

Es gibt keine signifikanten Unterschiede

Haflinger

BW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

Es gibt keine signifikanten Unterschiede

M / H	RW/BW	$\bar{x}$ / $\bar{x}$

Glukose

RW:
BW: Es gibt keine signifikanten Unterschiede
DIFF:

1	*
2	**
3	**
4	
5	
6	**
7	***

RW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2	*			*	*	*	
3							
4			*				
5							
6							
7							

BW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2	*			*	*	*	*
3							
4		*	*			*	
5							
6							
7							

DIFF:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2			*	*	*		
3							
4							
5							
6							
7							

Laktat

RW:
BW: ***
DIFF: ***

Maultiere

1	
2	*
3	
4	
5	***
6	***
7	*

RW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2	*		*	*	*	*	*
3							
4							
5							
6	*		*	*	*		*
7							

Maultiere
BW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2	*		*	*	*	*	*
3							
4							
5							
6							
7							

Maultiere
DIFF:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2	*		*	*		*	*
3							
4							
5							
6	*	*	*	*	*		*
7							

Haflinger

1	
2	
3	
4	
5	*
6	
7	*

Haflinger
RW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2	Es gibt keine						
3	signifikanten						
4	Unterschiede						
5							
6							
7							

Haflinger
DIFF:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2	Es gibt keine						
3	signifikanten						
4	Unterschiede						
5							
6							
7							

Bilirubin

RW:
BW: **
DIFF: ***

Maultiere

1	**
2	**
3	***
4	*
5	*
6	*
7	*

RW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3		*				*	*
4							*
5							
6							
7							

Maultiere
BW:

	1	2	3	4	5	6	7
1						*	*
2							*
3				*	*	*	*
4							
5							
6							
7							

Maultiere
DIFF:

	1	2	3	4	5	6	7
1				*		*	*
2				*		*	*
3				*		*	*
4							
5							
6							
7							

Haflinger

1	
2	Es gibt keine
3	signifikanten
4	Unterschiede
5	
6	
7	

Haflinger
BW:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7					*		

Haflinger
DIFF:

	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3	Es gibt keine						
4	signifikanten						
5	Unterschiede						
6							
7							

M / H	RW/BW	$\bar{x}$ / $\bar{x}$

Pulsfrequenz

		Maultiere	RW: 1 2 3 4 5 6 7	Maultiere BW: 1 2 3 4 5 6 7	Maultiere DIFF: 1 2 3 4 5 6 7
RW:		1 **	1	1 * * - * -	1 * * - -
		2 ***	2 - * -	2	2
		3 ***	3	3 * * - * * -	3 * *
BW:	*	4 -	4	4	4
		5 ***	5	5	5
		6 ***	6	6	6
DIFF:	*	7 -	7	7	7

	Haflinger	Haflinger BW: 1 2 3 4 5 6 7	Haflinger DIFF: 1 2 3 4 5 6 7
	1 *	1 Es gibt keine	1 Es gibt keine
	2 ***	2 signifikanten	2 signifikanten
	3 -	3 Unterschiede	3 Unterschiede
	4 -	4	4
	5 ***	5	5
	6	6	6
	7 -	7	7

Atemfrequenz

		Maultiere	RW: 1 2 3 4 5 6 7	Maultiere BW: 1 2 3 4 5 6 7	Maultiere DIFF: 1 2 3 4 5 6 7
RW:		1 ***	1 *	1 - * -	1
		2 ***	2 * * - * * -	2	2
		3 ***	3	3 - * * -	3 * - * -
BW:	***	4 -	4	4	4
		5 ***	5	5	5
		6 ***	6	6	6
DIFF:	***	7 -	7	7	7

	Haflinger	Haflinger BW: 1 2 3 4 5 6 7	Haflinger DIFF: 1 2 3 4 5 6 7
	1 **	1 - - * -	1 Es gibt keine
	2 *	2	2 keine signifikanten
	3 -	3	3 Unterschiede
	4 -	4	4
	5 ***	5	5
	6 **	6	6
	7 -	7	7

4. Diskussion

Ziel dieser Arbeit war es, neben den bisherigen subjektiven Beobachtungen über den Leistungsstand von als Tragtieren eingesetzten Maultieren und Haflingern, objektive Beurteilungskriterien anhand von Blutuntersuchungen zu finden.
Im Gegensatz zu vergleichbaren Untersuchungen im Pferdeleistungssport, wo in erster Linie entweder junge Tiere zu Beginn ihres Trainings, oder Pferde im Wettkampf untersucht werden, sind die untersuchten Tiere seit ca. 15 Jahren im Einsatz und einer gänzlich anderen Art von Belastung ausgesetzt.
Erfolgt im Rennsport eine meist kurze, aber absolute Belastung, haben Tragtiere Ausdauerleistung mit schweren Traglasten über weite Strecken und unter alpinen Bedingungen zu vollbringen.
Die Gangart ist Schritt, nie oder selten Galopp oder Trab.
Ein Vergleich der eigenen Ergebnisse mit denen der Literatur kann deshalb nur mit Einschränkung erfolgen.
Fast alle untersuchten Parameter zeigten während der Einsatzperiode Schwankungen, sowohl in Ruhe als auch nach Belastung, größtenteils im physiologischen Normalbereich, ausgenommen einzelne wenige Tiere.
Die Festlegung eines "Normalbereiches" muß jedoch immer unter Vorbehalt erfolgen (EIKMEIER 1982, SCHMIDL und VON FORSTNER 1985).
Da die zur Untersuchung herangezogenen Tiere aus den gleichen Populationen stammen, lediglich fünf Jahre älter, wie die von NOREISCH LEMMER SCHECK und WEIGERT (1980) zur Bestimmung von Normalwerten von als Tragtieren eingesetzten Maultieren und Haflingern, liegt es nahe, die dabei gefundenen Referenzbereiche ($x \pm 2s$) als Grundlage für diese Untersuchung heranzuziehen, bzw. mit den eigenen Ergebnissen zu vergleichen.
Der bei LEMMER et al. (1980) gefundene Unterschied der Ruhewerte zwischen Maultieren und Haflingern bei der Erythrozytenzahl,dem Hämatokrit und dem MCH konnte bei den Ruhewerten des Hämatokrits bestätigt werden.

...

Beim Ruhewert der Erythrozytenzahl ließ sich kein statistisch signifikanter Unterschied feststellen.
Die eigenen Untersuchungen ergaben jedoch im Gegensatz zu LEMMER et al. (1980) Unterschiede bei den Ruhewerten des Hämoglobins und dem MCV.
Die Aussagekraft der Erythrozytenindices MCV, MCH und der MCHC muß jedoch immer unter dem Aspekt gesehen werden, daß es sich um aus der Erythrozytenzahl, dem Hämatokrit und dem Hämoglobingehalt rechnerisch ermittelte Parameter handelt.

Der gefundene Mittelwert der Erythrozytenzahl in Ruhe liegt zwischen den von LEMMER et al. (1980) gefundenen Werten, mit weitaus geringerer Streuung, die des Hämatokrit und Hämoglobingehaltes sind vergleichbar und beim MCV und MCH niedringer mit ebenfalls geringerer Streuung.
Die z.T. unterschiedlichen Ergebnisse, trotz gleicher Population, können erstens in dem mittlerweile höheren Durchschnittsalter der Tiere, zum zweiten in den unterschiedlichen Bestimmungsmethoden und drittens der offensichtlich fehlenden statistischen Auswertung anhand eines t-Testes bei LEMMER et al. (1980) begründet sein.
Beim weißen Blutbild erfolgte lediglich eine Bestimmung der Gesamtleukozytenzahl. Die hier gefundenen Ergebnisse stimmen mit denen von LEMMER et al. (1980) überein.
Die Bestimmung der Ruheaktivitäten der untersuchten Enzyme ergab, außer bei den GPT-und CK-Aktivitäten, statistisch signifikante Unterschiede zwischen Maultieren und Haflingern.
Diese Ergebnisse stimmen mit Ausnahme der Creatinkinase mit denen von WEIGERT et al. (1980) überein. Die gemessenen durchschnittlichen Enzymaktivitäten lagen jedoch deutlich unter denen von WEIGERT et al. (1980), die mittlere CK-Ruheaktivität zwischen den von WEIGERT et al. (1980) festgestellten Werten.
Ursache der z.T. unterschiedlichen Ergebnisse können zum einen die von verschiedenen Herstellern verwendeten Reagenzien, aber auch ein möglicher unterschiedlicher Leistungszustand möglicherweise bedingt durch ein unterschiedliches Durchschnittsalter sein. ...

Bemerkenswert ist, daß bei den Haflingern die durchschnittliche Ruheaktivität der LDH und die der letzten beiden Untersuchungstage der α-HDBH über dem von der DVG (EIKMEIER 1982) festgelegten physiologischen Normbereich bei Warmblutpferden lagen, jedoch unter den von WEIGERT et al. (1980) ermittelten Mittelwerten für Haflinger.
Die ermittelten Ruhewerte des Glukose-und Bilirubingehaltes bei Tragtieren stimmen mit denen von SCHECK et al. (1980) beschriebenen Werten überein. Sie konnten ebenfalls keine Unterschiede zwischen Maultieren und Haflingern feststellen.

Zu Beginn der Untersuchungen lassen sich äußere Einflüsse, wie ungewohnte, extreme Belastungen wenige Tage vor, oder am Tag der Probeentnahme deutlich erkennen. Zum einen bestehen signifikante lineare Zusammenhänge zwischen einzelnen Meßergebnissen und einem Benotungssystem, das die Belastungsintensität der unterschiedlichen Einsätze während eines Jahres beurteilen soll (vgl. Abschnitt 3.3.4 Vorbericht), zum anderen lassen sich signifikant höhere Meßergebnisse bei fast allen gemessenen Parametern am ersten und dritten Untersuchungstag nur bei den Maultieren als Folge von vorangegangenen Belastungen erkennen, bei den Haflingern, die an diesen schwierigen Einsätzen nicht teilgenommen haben, aber nicht.
Am Ende der Untersuchungen können derartige Einflüsse trotz ähnlich starker Belastungen bei den Maultieren nicht, bei den Haflingern nur bei bestimmten Parametern festgestellt werden. Dies läßt sich mit den Aussagen von SCHNEIDER (1982) vergleichen, der nach anfänglichen Aktivitätszunahmen aufgrund hoher Belastungen eine Stabilisierung von Enzymaktivitäten auf niedrigerem Niveau feststellt. Pferde, deren Blutwerte nach wechselnden intensiven Belastungen im Normalbereich bleiben, sind hinreichend angepaßt.
Am zweiten Untersuchungstag wurde das Transportgut ca. fünf Kilometer früher auf die Tiere verlastet, als an den anderen Tagen. Dies bewirkte bei fast allen Parametern signifikant höhere Blutwerte nach Belastung, entsprechend der Tatsache, daß ein Ansteigen von Blutwerten direkt von

...

der Belastungsintensität abhängig ist (KRYZWANEK et al. 1972, MILNE 1975, SRETER 1959, SCHNEIDER 1982 u.a.).
An diesem Untersuchungstag fielen aber auch signifikant höhere Ruhewerte der Leukozytenzahl, des Glukose-und Laktatgehaltes auf.
Inwieweit diese Beobachtung, und evtl. auch die höheren Belastungswerte, mit den einzig an diesem Tag bestehenden außerordentlich schwülen klimatischen Bedingungen in Zusammenhang gebracht werden können, konnte mit den zur Verfügung stehenden Methoden nicht geklärt werden.
Die mittlerweile bekannten metereologischen Einflüsse auf den Organismus, wie z.B. auf das Kolikgeschehen des Pferdes (BARTH 1980), lassen jedoch einen Zusammenhang vermuten.

Die genannten äußeren Einflüsse auf die untersuchten Parameter zeigen sich deutlich bei der Atem-und Pulsfrequenz. Belastung bewirkt bei beiden klinischen Parametern signifikante, meist hochsignifikante Zunahmen der Frequenzen.
Wiederum nur bei Maultieren läßt sich der Einfluß von den den Probeentnahmen vorangegangenen Einsätzen auf die Belastungswerte am ersten und dritten Untersuchungstag feststellen, bei den Haflingern, die an diesen Einsätzen nicht teilgenommen haben, jedoch nicht.
Auch die besonderen klimatischen Bedingungen am zweiten Untersuchungstag lassen sich anhand der signifkant erhöhten Puls-und Atemfrequenzen in Ruhe an diesem Tag erkennen.
Gegen Ende der Einsatzzeit können derartige Einflüsse jedoch nicht mehr festgestellt werden. Die Tiere haben sich den wechselnden Belastungen offensichtlich hinreichend angepaßt.
Zwischen Maultieren und Haflingern konnten Unterschiede festgestellt werden. Gab es bei den Ruhewerten bei beiden Tierspecies keine Unterschiede, so ergaben sich bei den Belastungswerten der Pulsfrequenz schwach signifikante

...

und bei der Atemfrequenz hochsignifikante Unterschiede. Hier läßt sich eine unterschiedliche Leistungsfähigkeit erkennen, die mit entsprechenden Ergebnissen der Enzymaktivitäten im Serum und des Laktatgehaltes im Blut bestätigt und bei der Beschreibung dieser Parameter ausführlicher diskutiert werden.

Belastung bewirkte während des gesamten Untersuchungszeitraumes signifikante Zunahme der Erythrozytenzahl, des Hämatokrit und des Hämoglobingehaltes; Ursache dürfte in erster Linie die Entspeicherung der Milz (KRYZWANEK 1973 b 1974 a, TORTEN und SCHALM 1964) aber auch der Lunge und des Knochenmarkes sein (SCHNEIDER 1982).
Auf eine geringere Leistungsfähigkeit der Tiere zu Beginn der Untersuchungen im Gegensatz zum Ende der Einsatzperioden deuten hin:

a. Zu Beginn der Einsatzperiode bewirkt die Belastung in Form des Versorgungsmarsches deutlich höhere Anstiege der Erythrozytenzahl und des Hämoglobingehaltes im venösen Blut. Gegen Ende der Untersuchungen erfolgt ein, bei gleicher Belastungsintensität, geringerer Anstieg nach Belastung.
   Dies kann bedeuten, daß die Sauerstoffkapazität des Blutes anfangs nicht ausreichend war, um den durch intensive körperliche Tätigkeit erhöhten Sauerstoffbedarf der Muskelzellen zu decken. Der Organismus kompensiert dieses Defizit indem er vermehrt rote Blutzellen aus den Reservoirs freisetzt, wobei der Hämoglobingehalt der Erythrozyten sowohl in Ruhe als auch nach Belastung (außer am zweiten Untersuchungstag) immer gleich war (vgl.Ergebnisse MCH).
   Die allmähliche Anpassung der Tiere äußert sich in der stetigen Abnahme der Differenzwerte zwischen Ruhe- und Belastungswerten. Es erfolgt jedoch keine Zunahme

...

der physiologischen Ruhewerte, sondern ein lediglich dem Bedarf entsprechender Anstieg der Erythrozytenzahl und des Hämoglobingehaltes.
Das bedeutet zum einen, daß bei ständig gleichbleibender Belastungsintensität (außer am zweiten Untersuchungstag), diese Belastung, entsprechend dem sich ändernden Leistungsvermögen der Tiere, von Versorgungsmarsch zu Versorgungsmarsch als geringer "empfunden" wurde.
Es findet eine Leistungssteigerung statt.
Zum anderen läßt sich aber auch erkennen, daß die Anpassung an diese Belastung nicht durch eine Zunahme der Ruhe-Sauerstoffkapazität des Blutes, d.h. der Erythrozytenzahl und des Hämoglobingehaltes, erfolgte, sondern auch andere Anpassungsvorgänge zum Tragen gekommen sind, wie z.B. eine Steigerung der Sauerstofftransportkapazität, hervorgerufen durch eine Erhöhung des Kreislaufzeitvolumens, die zusammen mit der höchstmöglichen Sauerstoffutilisation in der Muskulatur und Diffusionskapazität der Lunge die maximale Sauerstoffaufnahme gewährleisten können (KRYZWANEK et al. 1977).

b. Zu Beginn der Untersuchungen steigt der Hämatokrit im Vergleich zum Hämoglobingehalt und zur Erythrozytenzahl aufgrund der vorgegebenen Belastung geringgradig stärker an, als am Ende der Untersuchungen (vgl. Ergebnisse MCHC).
Unter normalen Bedingungen besteht zwischen Erythrozytenzahl und Hämatokrit eine lineare Beziehung (KRYZWANEK et al. 1977), der Anstieg des Hämatokrit nach Belastung müßte dem der Eryhtrozytenzahl und des Hämoglobingehaltes entsprechen. Da es sich bei der Bestimmung des Hämatokrit um einen prozentuellen Vergleich der flüssigen und korpuskulären Bestandteile des Blutes handelt, kann die Ursache des unterschiedlichen Verhaltens sowohl in einer stärkeren Hämokonzentration (CRAIG 1985)

...

infolge Wasserverluste durch Arbeitsbelastung (KEENAN 1979, MILNE et al. 1976), als auch einer Volumenzunahme der roten Blutkörperchen begründet sein.
Eine Aussage über die sich ändernde Leistungsfähigkeit der Tiere kann gemacht werden.

c. Das durchschnittliche Erythrozytenvolumen nahm zu Beginn der Untersuchungen durch Belastung zu, später jedoch ab. Dies wird zum einen durch eine erhöhte Erythropoese, die als Folge einer intensiven Belastung zu Beginn eines Trainings auftreten kann (WOLF 1977), hervorgerufen, des weiteren können Erythrozyten durch eine Veränderung des azidobasischen Gleichgewichtes nach Arbeitsbelastung aufquellen (DUSEK 1977).

Am zweiten Untersuchungstag ergaben sich im Zusammenhang mit einer stärkeren Belastung signifikant höhere Anstiege des Hämoglobingehaltes, des Hämatokrits, des Hämoglobingehaltes des Einzelerythrozyten (MCH) und des durchschnittlichen Erythrozytenvolumens (MCV) als an allen anderen Untersuchungstagen. Es besteht eine Abhängigkeit von der Belastungsintensität und dem Ansteigen der Parameter des roten Blutbildes nach Belastung (KRYZWANEK et al. 1972, MILNE 1975, SRETER 1959, SCHNEIDER 1982). (vgl. hierzu auch Tab. 6).
Da zwischen Erythrozytenzahl, Hämatokrit und Hämoglobingehalt unter normalen Bedingungen lineare Beziehungen bestehen, müßten bei allen drei Parametern an diesem Tag signifikant höhere Anstiege der Werte nach Belastung als an den anderen Untersuchungstagen erfolgen.
Bei der Erythrozytenzahl erfolgt jedoch ein signifikant geringerer Anstieg.
Der außergewöhnliche klimatische Einfluß an diesem Tag könnte aber eine mögliche Erklärung für den geringen Anstieg der Erythrozytenzahl nach Belastung sein, so daß

...

die Zunahme des MCH um 2,7 pg, ähnlich wie bei außergewöhnlichen extremen Bedingungen (LUMSDEN 1975 b) und der von SCHNEIDER (1982) beschriebenen Zunahme von 1 - 2 pg bei einer halbschnellen Galoppbelastung realistisch wäre und den erhöhten Bedarf an Sauerstoff kompensieren konnte.

Ein weiterer möglicher Einfluß auf das sich ändernde Verhalten des roten Blutbildes während des Untersuchungszeitraumes ist die durch Höhenexposition zusätzlich bedingten Hypoxie und der damit verbundene Anstieg der Blutzellwerte und die im Laufe der Einsätze erfolgte Adaptation und erfolgte Ökonomisierung des Sauerstoffverbrauches.
Die eigenen Beobachtungen stimmen sehr gut mit den von OELZ (1983) beim Menschen beschriebenen Erfahrungen überein, daß nach Höhenexposition der Organismus mit Hyperventilation, vermehrter Produktion roter Blutzellen und ähnlichem, im Sonne eines Kampfes des Körpers um mehr Sauerstoff, reagiert. Die Zellen lernen jedoch, mit weniger Sauerstoff auszukommen, dh. die Blutwerte stellen sich auf einem niedrigeren Niveau ein, eine Leistungsfähigkeit in großer Höhe ist aber dennoch gewährleistet. Der Anstieg des Hämatokrit beruht nicht nur auf einer Zunahme der Erythrozyten sondern auch auf einer Exsikkose.

Bei den Veränderungen des roten Blutbildes durch Belastung kann der Einfluß physiologischer Tagesschwankungen bzw. circadianer Rhythmen nicht ausgeschlossen werden. Die Veränderungen der Blutkörperchensenkungsraktion durch Belastung sind jedoch eindeutig. Die Belastungswerte der Senkungsreaktion (abgelesen nach 1 Stunde) nähern sich im Verlauf der Untersuchungen an die physiologischen Ruhewerte an, wobei es innerhalb der Ruhewerte, mit Ausnahme des ersten und dritten Untersuchungstages, keine signifikanten Schwankungen gab.

...

Diese Tiere werden zum Ende der Einsatzperiode hin leistungsfähiger. Diese Aussage stimmt mit denen von DALTON (1972), DUSEK (1967), NEUMANN-KLEINPAUL (1952), STEEL (1960) und VERTER (1966) überein.
Zu Beginn der Einsätze erfolgte eine stärkere Freisetzung der Erythrozyten aus den Reservoirs, verbunden mit einem stärkeren Anstieg des mittleren Zellvolumens (MCV). Die, wenn auch nur geringgradigen, Veränderungen des nach 24 Stunden abgelesenen Wertes der Senkungsreaktion während des Untersuchungszeitraumes stimmen mit denen des Hämatokrit überein.

Die durch Belastung hervorgerufenen signifikanten Anstiege der Leukozytenzahlen lassen sich mit denen in der Literatur beschriebenen Ergebnissen vergleichen (CARDINET et al. 1973 b, CARLSON et al. 1976, DUSEK 1973, SNOW et al. 1982, VERTER 1966).
Eine trainingsbedingte Zunahme, wie sie MULLEN et al. (1979) beschrieben hat, konnte nur geringgradig anhand der Differenzen zwischen Ruhe-und Belastungswerten bestätigt werden.
Die höheren Ruhe-und Belastungswerte am zweiten Untersuchungstag, an dem besondere klimatische Bedingungen vorlagen, weisen auf einen metereologischen Einfluß hin.

Entsprechend der Aussage vieler Autoren (AITKEN et al. 1974, ANDERSON 1974 a, GRÜN et al. 1977, JEFFCOT 1974, KEENAN 1979, MILNE et al. 1976, SEREN 1977 u.a), daß der Anstieg der Enzymaktivitäten nach Belastung abhängig vom Trainingszustand der Tiere und der Belastungsintensität ist, und aufgrund der eigenen Ergebnisse, daß die der Untersuchung zugrunde gelegte Belastung keine signifikanten Anstiege der Serumaktivitäten der untersuchten Enzyme bewirkte, kann geschlossen werden, daß die Leistungsfähigkeit der Tiere von Anfang an ausreichte, um sich dieser Belastung

...

hinreichend anzupassen, bzw. die Belastungsintensität, außer am zweiten Untersuchungstag, zu gering war, um signifikante Anstiege der Serumaktivitäten zu bewirken, und somit keine Unterschiede zwischen den einzelnen Untersuchungen festgestellt werden konnten.
Am zweiten Untersuchungstag ergaben sich bedingt durch eine höhere Belastungsintensität, bei allen Enzymen, außer der α-HBDH, signifikant höhere Anstiege der Serumaktivitäten, als an anderen Tagen.

Statistisch signifikante Zusammenhänge konnten bei den GPT-, CK-, und LDH-Aktivitäten nachgewiesen werden.
Bei allen Enzymaktivitäten, außer bei der Creatinkinase, lassen sich signifikante Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen vorangegangenen Belastungen und den einzelnen Serumwertanstiegen herstellen.
So zeigt der Vergleich der Enzymaktivitäten der Maultiere mit denen der Haflinger, daß die Maultiere den wechselnden Belastungen während der Einsatzperiode ausreichend angepaßt waren, während bei den Haflingern die Serumaktivitäten der CK-, LDH und α-HBDH sowohl in ruhe (LDH und α-HBDH), als auch nach Belastung entsprechend den vorangegangenen Belastungen stetig ansteigen - bei den Serumaktivitäten der LDH und α-HBDH sogar über den von der DVG für Warmblutpferde (EIKMEIER 1982) festgelegten physiologischen Normalbereich hinaus ("pathologisch" erhöhte Meßergebnisse wurden dabei nicht berücksichtigt). Dies läßt darauf schließen, daß sich die Haflinger, bedingt durch einen schlechten Leistungszustand oder einer geringeren Leistungsfähigkeit, den an sie gestellten Belastungen nicht ausreichend genug anpassen konnten, im Gegensatz zu den Maultieren.
Als deutlicher Hinweis auf eine ungenügende Leistungsfähigkeit muß der Anstieg einzelner, meistens aber mehrerer oder aller untersuchten Enzymaktivitäten weit über das normale Maß hinaus angesehen werden, wie

...

es bei einzelnen Tieren festgestellt werden konnte, ohne daß klinische Symptome vorlagen (SCHNEIDER 1982). Hiervon war zum einen ein junges Maultier, und zum anderen einige ältere Haflinger betroffen.
Bei dem Maultier, das neu zugekauft worden war und außer Bewegungsmärschen und leichten Einsätzen noch keiner stärkeren Belastung ausgesetzt war, löste eine übermäßige, der Probenentnahme wenige Tage vorangegangene Belastung, die Serumwertanstiege aus.
Hier dürfen morphologische Schäden in der quergestreiften Muskulatur vorgelegen haben, ohne, daß klinische Symptome als Folge einer Stoffwechselentgleisung, wie z.B. der Myoglobinurie, vorgelegen haben. Es sollte aber auf einen Zusammenhang zu der ätiologisch noch ungeklärten Erkrankung, die als Myositis oder Myalgie, bzw. in der amerikanischen Literatur als "Tying Up" bezeichnet wird, hingewiesen werden.
Diese Myopathie tritt vornehmlich bei jungen im Training stehenden Traberstuten im Alter von drei bis vier Jahren auf, wobei eindeutig klinische Symptome fehlen (WINTZER 1982). Das betroffene Maultier war ebenfalls weiblich, vier Jahre alt und stand als neu zugekauftes Tier am Anfang seines Trainings. Da es sich um den einzigen bisher festgestellten Fall dieser Art handelt, bedarf es zur weiteren Klärung dieses Zusammenhanges weiterführender Untersuchungen.
Die deutlich erhöhten Enzymaktivitäten einiger, zu den ältesten im Bestand gehörenden Haflingern, lassen erkennen, daß diese Tiere den an sie gestellten Belastungen nicht mehr gewachsen sind.
Der der Untersuchung zugrunde gelegte Versorgungsmarsch bewirkte bei den meisten Tieren größtenteils signifikante Anstiege, vereinzelt aber auch ein Absinken der Konzentration der Blutglukose nach Belastung. Es konnte fast immer eine Hyperglykämie festgestellt werden.
Das Ansteigen der Glukosekonzentration nach Belastung bedeutet, daß die Mobilisation der Glukose in Form einer verstärkten Glykogenolyse und Glukoneogenese in

...

der Leber einer Utilisation der Blutglukose in der Peripherie überwiegt. Teils Zunahme, teils Abnahme weist auf eine vermehrte Utilisation hin (ANDERSON 1975 b KRYZWANEK et al. 1972 1977, TAKAGI und SAKURAI 1971 u.a.). Das bedeutet, entsprechend der Ergebnisse von SCHRÖPFER (1984), daß der Versorgungsmarsch für die Tiere eine submaximale, meist aber maximale Belastung dargestellt hat.
Muß das Transportgut, wie am zweiten Untersuchungstag, weiter als sonst getragen werden, erfolgt als Folge einer höheren Belastungsintensität eine stärkere Zunahme der Blutglukose nach Belastung. (SNOW und MACKENZIE 1977 a, SNOW et al. 1979).
Der an diesem Tag signifikant erhöhte Ruhewert und die besonderen klimatischen Bedingungen, weisen aber auch auf einen möglichen metereologischen Einfluß hin.
Ein Einfluß auf die Ruhewerte während der Einsatzperiode durch Training konnte nicht festgestellt werden. Dieses Ergebnis stimmt mit den Aussagen in der Literatur überein (MULLEN et al. 1979, SCHRÖPFER 1984).

Am zweiten und sechsten Untersuchungstag wurden beim Laktatgehalt signifikant höhere, deutlich über den physiologischen Normalbereich hinaus gelegene Ruhewerte festgestellt.
Der erhöhte Ruhewert am zweiten Untersuchungstag kann wieder mit den besonderen metereologischen Bedingungen an diesem Tag in Verbindung gebracht werden.

Der erhöhte Ruhelaktatgehalt des sechsten Untersuchungstages könnte mit den bestehenden hochsignifikanten linearen Zusammenhängen zwischen den jeweiligen Ruhewerten und den den Untersuchungstagen vorangegangenen Belastungen erklärt werden.
Erstaunlich ist aber, daß die Belastungswerte des Laktatgehaltes an diesem Tag deutlich niedriger, als die Ruhewerte waren. Ein technischer Fehler bei der aufwendigen Gewinnung des Blutplasmas, wie z.B. durch eine fehlerhafte Charge des Glykolysehemmers, muß deshalb ebenfalls in Betracht gezogen werden. ...

Ein eindeutiges Urteil über das unterschiedliche Leistungsvermögen von Maultieren und Haflingern während des Untersuchungszeitraumes läßt sich am Verhalten des Laktatgehaltes im Blut nach Belastung an den sieben Untersuchungstagen geben. Der annähernd immer gleiche Anstieg des Laktatgehaltes nach Belastung der Maultiere läßt darauf schließen, daß der Stoffwechsel dieser Tiere (mit Ausnahme am zweiten Untersuchungstag) während der Belastung vorwiegend aerob verlaufen ist (STRAUB 1984) und sie an die Belastung in Form des Versorgungsmarsches hinreichend angepaßt waren.
Der Anstieg des Laktatgehaltes nach Belastung kann als normal angesehen werden. Entsprechend der Aussage von SCHNEIDER (1982) befinden sich die Tiere in einem guten Trainingszustand.
Anders bei den Haflingern:
Die abfallende Tendenz der zu Beginn der Versorgungsmärsche nach Belastung extrem erhöhten Laktatgehaltes auf niedrigere Werte zum Ende der Untersuchungen hin, ließe zwar einen Trainingseffekt erkennen.
Dies entspräche den Aussagen von KRYZWANEK (1973), MILNE et al. (1976) und SEREN et al. (1977).
Die am Ende der Untersuchungen aber immer noch deutlich erhöhten Belastungswerte weisen immer noch auf eine nicht ausreichende Leistungsfähigkeit der Haflinger hin.

Die Belastung, in der Art des Versorgungsmarsches, war zu intensiv. (AITKEN 1974, ANDERSON 1975 a, CRAIG 1985, KRYZWANEK 1972 1974 b, LINDHOLM 1974, SKWARLO 1973).
Die unterschiedlichen Ergebnisse zwischen Maultieren und Haflingern bei den klinischen Parametern, den Enzymaktivitäten und dem Laktatgehalt bestätigen die bisherigen Erfahrungen, daß der Haflinger als Tragtier weniger geeignet ist, als das Maultier.
So ist der Haflinger auch aufgrund seines Körperbaus, und hier im besonderen wegen des weichen, gewölbten Rückens und dem tonnenförmigen Brustquerschnitt, der

...

minderen Qualität des Hufhornes, der geringeren Widerstandskraft gegen innere Erkrankungen und der im schwierigen, alpinen Gelände oft fehlenden Marschdisziplin, dem in der Regel genügsameren Maultier schon immer unterlegen gewesen.
Beim Bilirubingehalt im Blut bewirkt der Versorgungsmarsch an allen Tagen signifikante Anstiege, jedoch nur bei den Maultieren, bei den Haflingern aufgrund zu geringer Probandenzahl nicht.
Dies entspricht den Ergebnissen von LUCKE und HALL (1979), ROSE et al. (1977 1980 a) und SNOW et al. (1982) bei Pferden, die einer Langstreckenbelastung ausgesetzt waren. Zu Beginn der Untersuchungen konnte bei mehreren Maultieren, verglichen am Vertrauensbereich ($\bar{x} \pm 2s$) des mittleren Ruheserumbilirubingehaltes von Maultieren (WEIGERT et al. 1980) eine Hyperbilirubinämie festgestellt werden, ähnlich den Beobachtungen von SOMMER (1982) und SRETER (1959) bei Pferden nach Rennbelastung. Die am Anfang der Untersuchung ansteigende Tendenz der Ruheserumwerte (vgl. signifikant höhere Ruhewerte am dritten und vierten Untersuchungstag) dürften durch den erhöhten Erythrozytenumsatz in den ersten Wochen hervorgerufen werden (BEST und SOMMER 1978), die aber, ebenso wie die Belastungswerte, im Verlauf der weiteren Wochen, bedingt durch die Anpassung an die Belastungen, also einer Steigerung der Leistungsfähigkeit, von Untersuchung zu Untersuchung hin niedrigere Werte aufwiesen. Die Steigerung der Leistungsfähigkeit läßt sich ebenfalls am Vergleich der jeweiligen Ruhe-und Belastungswerte erkennen.
Der Anstieg des Serumbilirubins nach Belastung wird von Mal zu Mal geringer. Wie beim Glukose-und Laktatgehalt, lassen sich auch am zweiten Untersuchungstag Einflüsse, bedingt durch widrige Witterungsverhältnisse, feststellen. ...

Abschließend läßt sich feststellen, daß eine Leistungsüberprüfung anhand von Blutwerten bei Tragtieren möglich ist. So lassen sich eindeutig Unterschiede hinsichtlich der Leistungsfähigkeit zwischen Maultieren und Haflingern feststellen, des weiteren weisen erhöhte Serumaktivitäten auf Überbelastungen hin und letztendlich kann auch bei gut trainierten Tieren eine weitere Anpassung, im Sinne einer Steigerung der Leistungsfähigkeit, an die geforderten Leitungen beobachtet werden.

Voraussetzung aber, um zu derartigen Erkenntnissen zu kommen, ist die Anfertigung von Verlaufsuntersuchungen, um Einflüsse, wie z.B. ungewohnte, der Probenentnahme vorangegangene Belastungen oder mögliche metereologische Einflüsse oder ähnliches zu erkennen und ausschließen zu können.
Außerdem muß immer eine kritische Beurteilung dahingehend erfolgen, ob die festgelegten Veränderungen auf den normalen physiologischen Schwankungen, bzw. circadianen Rhythmen beruhen, oder ob sie tatsächlich belastungs- bzw. trainingsbedingt sind.
Verlaufsuntersuchungen, gerade bei einer größeren Tierzahl, sind material-und kostenaufwendig.
Eine praxisgerechte Orientierung kann einem aber die Bestimmung des Hämatokrit und der Blutkörperchensenkungsreaktion, als einfache und billige Verfahren, geben evtl. ergänzt mit der Bestimmung der Erythrozytenzahlen und des Hämoglobingehaltes zur Berechnung des MCV und MCHC. Auf die Bestimmungen der Enzymaktivitäten oder des Laktatgehaltes wird man dann nicht verzichten können, wenn man Ergebnisse erhalten will, die speziell Überbelastungserscheinungen erkennen lassen.

...

5. Zusammenfassung

An fünfzehn Maultieren und zehn Haflingern, die zu einem größeren Bestand von Tragtieren der Bundeswehr gehören, wurde während eines Zeitraumes von 20 Wochen das Verhalten von bestimmten Blutparametern im venösen Blut (Erythrozytenzahl, Hämatokrit, Hämoglobingehalt, MCV, MCH, MCHC, Blutkörperchensenkungsreaktion Leukozytenzahl, Aktivitäten der GOT, GPT, CK, LDH, α-HBDH, Konzentration von Glukose, Laktat, Bilirubin), der Puls-und Atemfrequenz in Ruhe und nach Belastung stichprobenartig an sieben Tagen untersucht.

Abhängig von der Belastungsintensität und dem Leistungszustand der Tiere werden signifikante Anstiege nach Belastung festgestellt.
Bei den größtenteils gut trainierten Tieren bewirkt die Leistungssteigerung ein entsprechendes Verhalten der Blutwerte. Einzelne Tiere hatten jedoch, als Folge einer auf Überbelastung beruhenden Schädigung der Muskulatur, deutlich erhöhte Enzymaktivitäten. Zwischen Maultieren und Haflingern bestehen Unterschiede hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit.

Der mögliche Einfluß der Höhenexposition und stattgefundenen Anpassung daran wird diskutiert und mit den Erfahrungen beim menschlichen Organismus verglichen.

Anhand statistischer Auswertungen werden Zusammenhänge zu wenige Tage vor den Probenentnahmen vorangegangenen Belastungen verschiedener Intensität, zur Belastungsintensität aufgezeigt, der Einfluß außergewöhnlicher metereologischer Einflüsse wird diskutiert.

...

5. Summary

Performance testing of Mules and Haflinger horses used as pack animals

During 20 weeks blood constituents in periphereal blood (Erythrocyte count, Packed cell volume, Hemoglobin, Mean corpuscular volume of RBC, Mean corpuscular hemoglobin of RBC, Mean corpuscular hemoglobin concentration of RBC, Sedimentation rate, Total leucocyte count, activity of Aspartate aminotransferase, Alanine aminotransferase, Lactate dehydrogenase, Lactate dehydrogenase -1- isoenzyme, Creatine phosphokinase, Glucose, Lactate, Total bilirubin), pulse and respiration rate were determined at 15 Mules and 10 Haflingers, owning to the Mountain Pack Animal Company of German Army, at rest and after exercise on seven days.

Significant increase of blood values after exercise could be noted in relation to the intensity of exercise and the performance of the animals. The well trained horses showed an increase of their performance according the tendency of the blood values. Some horses had a high activity of enzymes as a result of muscle cell damage. There are differences between Mules and Haflingers according their performance.

The influence of high altitude exposition and following adaptation has been discussed and compared with the experiences made with human organism.

Correlations, found by statistcs, are existing to exercise, suffered a few days before examination, to different intensity of exercise and to the size of the horses. Correlations to extraordinary climatic influence had been discussed. There are sigificant correlations between different blood constituents.

6. Literaturverzeichnis

AITKEN, M.M., ANDERSON, M.G., MACKENZIE, G.u. SANFORD, J.
Correlations between physiological and biochemical parameters used to asses fitness in the horse.
Jl. S. Afr. vet. Ass. 45, 361 (1974)

ANDERSON, M.G.
The effect of exercise on blood metabolite levels in the horse.
Equine Vet. J. 7, 27 (1975a)

ANDERSON, M.G.
The influence of exercise of the serum enzyme levels in the horse.
Equine Vet. J. 7, 160 (1975b)

ARCHER, R.K.
Haematology in relation to performance and potential.
Jl. S. Afr. vet. Ass.45, 273 (1974)

ASHEIM, A., KNUDSON, O., LINDHOLM, A., RUELCKER, C., SALTIN, B.
Heart rates and blood lactate concentrations of standardbred horses during training and racing.
J. Am.Vet.Med.Ass.157,304 (1970)

BEST, I. und SOMMER, H.
Beziehungen von Blutserumwerten von Vollblutjährlingen und ihrer späteren Rennleistung.
Europäische Vereinigung für Tierzucht,
29. Jahrestagung, Stockholm 05.06.-07.06.1978,
Vortrag.
zit. n.: SCHRÖPFER, T. (1984)

BEST, I.
Normalwerte verschiedener Parameter im Blutserum und Plasma bei Vollblütern und Trabern.
1. Mitteilung: Die Aktivität der Enzyme GOT(AST), LDH, CPK, AP und γ-GT.
Prakt.Tierarzt 60, 497 (1979a)
2. Mitteilung: Der Gehalt an Metaboliten: Bilirubin, Cholesterin, Gesamteiweiß, Harnstoff, Glucose und Hämoglobin.
Prakt.Tierarzt 60, 765 (1979b)

BEST, I.
Enzyme, Metaboliten und Mineralstoffe im Blutserum von Jährlingen und zweijährigen Vollblütern im Verlauf des Trainings.
Diss.Landw. Bonn 1979c

BLACKMORE, D.J.
A new concept of normal values.
in: Proceedings of the First International Symposium on Equine Hematology.
Equine Practicioners, Colorado, 241, 1975

...

BLACKMORE, D.J. und ELTON, D.
Enzyme Activity in the serum of thoroughbred horses in the United Kingdom.
Equine Vet. J. 7, 34 (1975)

BLACKMORE, D.J. und KENT, J.
Serum enzyme and protein concentrations in English shire horses.
Vet. Rec. 100, 91 (1977)

BRADY, P.S., SHELLE, J.E., ULLREY, D.E.
Rapid changes in equine erythrocyte glutathione reductase with exercise.
Amer.J.Vet.Res. 38, 1045 (1977)

CARDINET, G.H., FOWLER, M.E., TYLER, W.S.
The effects of training, exercise, and tying-up on serum transaminase activities in the horse. Amer.J. Vet.Res. 24, 980 (1963a)

CARDINET, G.H., FOWLER, M.E., TYLER, W.S.
Sustained effects of strenuous exercise on the hemogram and blood chemistry of thoroughbred horses
Amer. Zoologist 3, 538 (1963 b)

CARLSON G.P., OCEN, P.O., HARROLD, D.
Clinicopathologic alterations in normal and exhausted endurance horses.
Theriogenology 6, 93 (1976)

CATLING, S. zit.n.: ARCHER,R.K. (1974)

CODAZZA, D., MAFFEO, G., REDAELLI, G.
Serum enzyme changes and haemato-chemical levels in thoroughbreds after transport and exercise.
Jl. S. Afr.vet. Ass. 45, 331 (1974)

COLLINS, J.D., FARELLY, B.T. und BYRNE, M.J.
Changes in the number and quality of erythrocytes in horses transported in high altitudes.
Irish Vet. J. 23, 42 (1969)

COLLINS, J.D. Some haematological and biochemical values observed in the Irish thoroughbred.
Irish Vet. J. 25, 174 (1971)

CORNELIUS, C.E., BURNHAM, L.G., HILL, H.E.
Serum transaminase activities of thoroughbred horses in training.
J. Amer.Vet.Med.Ass. 142, 639 (1963)

...

CRAIG, L., HINTZ, H.F., SODERHOLM, L.V., SHAW, K.L., SCHRYVER, H.F.
Changes in blood constituents accompanying exercise in polo horses.
Cornell Vet. 75, 297 (1985)

DALTON, R.G.
The significance of variations with activity and sedation in the haematocrit, plasma protein concentration and erythrocyte sedimentation rate of horses.
Br.Vet.J. 128, 439 (1972)

DIETZ, O. und WIESNER, E.
Handbuch der Pferdekrankheiten für Wissenschaft und Praxis, Band I, Karger, Basel, München, Paris, London, New York, Sydney, 1982

DUSEK, J.
Die Veränderungen der Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit bei Pferden vom Gesichtspunkt der Arbeitsbelastung. II. Mitteilung
Arch. Exper.Vet. med. 21, 593 (1967)

DUSEK, J.
Veränderungen im Differentialblutbild der Leukozyten bei Pferden durch Arbeit.
Arch. Exper. Vet. med. 27, 729 (1973)

EDER, H. und FRITSCHE, H.
Automatisation in der hämatologischen Diagnostik:
Entwicklungsstand der Geräte zum Zählen und Differenzieren von Blutzellen.
Tierärztl. Prax. 14, 417 (1986)

EIKMEIER, H.
Arbeitswerte in der Laboratoriumsdiagnostik beim Pferd.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 95, 85 (1982)

FRANKE, D.
Veränderungen von Plasmaelektrolyten, Osmolarität und Laktatkonzentration bei Trabrennpferden durch Wettkampfbelastung.
Diss. Vet.med. Berlin 1974

GERBER, H.
Aktivitätsbestimmungen von Serumenzymen in der Veterinärmedizin
I. Allgemeine Einführung
Schweiz. Arch. Tierheilk. 105, 529 (1963)

GERBER, H.
Enzymdiagnostik bei inneren Krankheiten des Pferdes.
Zbl. Vet.Med. A 11, 135 (1964a)

GERBER, H.
Aktivitätsbestimmungen von Serumenzymen in der Veterinärmedizin.
III. B.Bestimmung der GOT-, GPT- und CPK-Aktivität in einigen Organen des Pferdes als Grundlage für die klinische Verwendung von Serumenzym-Aktivitätsbestimmungen.
Schweiz. Arch.Tierheilk. 106, 410 (1964b)

...

GERBER, H. Serum enzyme determination in equine medicine. Equine Vet. J. 1, 129 (1969)

GERBER, H., MARTIG, J., STRAUB, R. Enzymuntersuchungen im Serum von Großtieren im Hinblick auf Diagnose und Praxis. Tierärztl. Prax. 1, 5 (1973)

GERBER, H. Grundlagen der Enzymdiagnostik. in: SCHEBITZ und BRASS 1975

GERBER, H., STRAUB, R., TSCHUDI, P. Total bilirubin in different breeds of horses. in: Proceedings of the First International Symposium on Equine Hematology. The American Association of Equine Practicioners Colorado, 241, 1975

VON GLASENAPP, H. Über die Brauchbarkeit der Aktivitätsbestimmung spezifischer Serumenzyme für die Diagnostik von muskelbedingten Bewegungsstörungen bei Pferden - insbesondere bei Trabrennpferden. Diss.Vet.med. Berlin 1972

GRÜN, E., SCHNEIDER, J. , PANNDORF, H., PREUSSE, C. Das Verhalten von Serumenzymen bei trainierten Galopprennpferden im Verlaufe von zwei Rennjahren. Mh. Vet.-Med. 32, 866 (1977)

GYGAX, A. und GERBER, H. Normalwerte und Altersabhängigkeit des Hämatokriten, der Serumkonzentrationen von Gesamt-Bilirubin, Calzium und anorganischen Phosphaten und der Aktivität der alkalischen Serum-Phosphatase des Pferdes. Schweiz. Arch. Tierheilk. 115, 321 (1973)

JEFFCOT, L.B. Haematology in relation to performance and potential: 2. Some specific aspects. Jl.S. Afr. vet. Ass. 45, 279 (1974)

KEENAN, D.M. Changes of blood metabolites in horses after racing, with particular reference to urid acid. Australian Vet. Jl. 55, 54 (1979)

KRAFT, H. Labormethoden der Veterinärmedizin bei Haussäugetieren. Terra-Verlag Konstanz, 1964

...

KRAFT, W., MAYER, H., EIKMEIER, H.
Diagnostische Bedeutung verschiedener Blutbefunde beim Pferd.
Tierärztl. Prax. 3, 199 (1975)

KRAFT, W. und DÜRR, U.M.
Kompendium der klinischen Laboratoriumsdiagnostik bei Hund, Katze und Pferd.
Verlag Schaper, Hannover, 1981

KRONFELD, D.S. und MEDWAY, W.
Blood Chemistry
in: MEDWAY, W., PRIER, J. und WILKINSON, J.S.,1969

KRYZWANEK, H., SCHULZE, A., WITTKE, G.
Das Verhalten einiger Blutparameter bei Trabrennpferden nach definierter Belastung.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 85, 325 (1972)

KRYZWANEK, H.
Untersuchungen zur Beurteilung der aktuellen Leistungsfähigkeit von Trabrennpferden.
Zbl. Vet.med. A 20, 265 (1973)

KRYZWANEK, H., SCHULZE, A., WITTKE, G.
Veränderungen von Blutparametern bei Trabrennpferden durch intermittierende Belastung.
Europ. J. appl. Physiol. 32, 329 (1974a)

KRYZWANEK, H.
Lactic acid concentrations and pH values in trotters after racing.
Jl. S. Afr. vet. Ass. 45, 355 (1974b)

KRYZWANEK, H., WITTKE, G. u. SCHULZE, A.
Wirkungen des Trainings auf leistungsabhängige Blutparameter bei Trabrennpferden.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 90, 89 (1977)

KÜPPER, G.
Bestimmungen von Serumenzymaktivitäten und Blutinhaltsstoffen bei Deckhengsten, in Abhängigkeit von der Belastung durch die Deckfrequenz, der Saison und im Zusammenhang mit bakterieller Genitalbesiedlung.
Diss. Vet. med., Hannover, 1976

LEMMER, B., SCHECK, K., WEIGERT, P. u. NOREISCH, W.
Labordiagnostische Untersuchungen bei Haflinger Pferden und Maultieren (Tragtiere der Bundeswehr)
1. Hämatologie.
Tierärztl. Prax. 8, 245(1980)

LINDHOLM, A. und SALTIN, B.
The physiological and biochemical response of standardbred horses to exercise of varying speed and duration.
Acta Vet. Scand. 15, 310 (1974)

...

LIPPERT, H. SI-Einheiten in der Medizin.
Urban und Schwarzenberg Verlag, München, Wien, Baltimore, 1978

LOTZEMER-JENTGES, K. "Venoject"-Blutentnahme - eine geeignete Methode in der Pferdepraxis.
Prakt. Tierarzt 58, 904 (1977)

LUCKE, J.N. und HALL, G.M.
Biochemical changes in horses during a 50-mile endurance ride.
Vet. Rec. 102, 356 (1978)

LUMSDEN, J.H., VALLI, V.E., MC SHERRY,B.J., ROBINSON,G.A., CLAXTON,M
The kinetics of hematopoiesis in the light norse: III. The hematological response to hemolytic anaemia.
Can. J.comp.Med., 39 332 (1975)

MEDWAY,W.,PRIER, J., WILKINSON, J.S.
Textbook of veterinary clinical pathology.
The Williams und Wilkins Co, Baltimore, 1969

MILL, J. und WOLF, G. Untersuchungen zum Verhalten einiger Parameter des roten Blutbildes beim Sportpferd in Abhängigkeit von der physischen Belastung.
Mh. Vet.med. 32, 148 (1977)

MILNE, D.W. Blood gases, acid base balance and elektrolyte and enzyme changes in exercising horses.
Jl. S. Afr. vet. Ass. 45, 345 (1974)

MILNE, D.W. SKARDA, R.T. , GABEL, A.A., SMITH, L.G., AULT,K.
Effects of training on biochemical values in standardbred horses.
Am.J. Vet.Res. 37, 285 (1976)

MULLEN, P.A., HOPES, R., SEWELL, J.
The biochemistry, haematology, nutrition and racing performance of two-year-old thoroughbreds throughout their training and racing season.
Vet. Rec. 104 , 90 (1979)

MURAKAMI, M. und TAKAGI, S.
Effects of continuous long distance running exercise on plasma enzyme levels in horses.
Exp. Rep. Equine Hlth. Lab. 11 ,106 (1974)

NEUMANN-KLEINPAUL, K.
Blutkörperchensenkung bei jungen Traberpferden.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 65, 175 (1952)

OELZ, O. Höhenhypoxie: Physiologische und medizinische Aspekte.
Reichenhaller Kolloquien vom 17.-19.6.1983, Vortrag.
Reichenhaller Kolloquien, Band 16, Dustri-Verlag München, 1984

...

PÖSÖ, A.R., SOVERI, T., OKSANEN, H.E.
The effect of exercise on blood parameters in standardbred and Finnish-bred horses.
Acta Vet. Scand. 24, 170 (1983)

RIETHMÜLLER, H.
Aktivitätsänderungen muskelspezifischer Enzyme bei Vollblütern während des Trainings.
Diss. Med. vet., Gießen, 1970

RIETHMÜLLER, H. und WELS, A.
Trainingswirkungen an Vollblütern.
I. Mitteilung:
Muskelspezifische Enzyme.
Zbl. Veterinärmed. 19, 537 (1972)

ROSE, R.J., PURDUE, R.A. und HENSLEY, W.
Plasma biochemistry alterations in horses during an endurance ride.
Equine Vet. J. 9, 122 (1977)

ROSE, R.J., ILKIW, J.E. ARNOLD, K.S.,BACKHOUSE, J.W., SAMPSON,D.
Plasma biochemistry in the horse during 3-day event competition.
Equine Vet. J. 12, 132 (1980)

ROSE, R.J. und SAMPSON, D.
Changes in certain metabolic parameters in horses associated with food deprivation and endurance exercise.
Res. Vet., Sci., 32, 198, (1982)

SAKURAI, N., MURAKAMI, M., AMADA, A., TAKAGI, S.
Application of interval training to horses.
Exp. Rep. Equine Hlth. Lab. 6, 1 (1969)

SCHALM, O.W., JAIN, N.C., CARROLL, E.J.
in: Veterinary Hematology,
Lea and Febiger, Philadelphia, 1975

SCHEBITZ, H. und BRASS, W.
Allgemeine Chirurgie für Tierärzte und Studenten.
Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 1975

SCHEUNERT A. und TRAUTMANN, A.
Lehrbuch der Veterinär-Physiologie.
Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 1965

SINGER, U.
Biologische Rhythmen beim Hund.
Diss. Vet. med. München 1985

SCHECK, K., WEIGERT, P., LEMMER, B. und NOREISCH, W.
Labordiagnostische Untersuchungen bei Haflinger Pferden und Maultieren (Tragtiere der Bundeswehr)
3. Substrate im Serum.
Tierärztl. Prax. 8, 537 (1980)

...

SCHMIDL, M. und VON FORSTNER, U.
Veterinärmedizinische Laboruntersuchungen für die Diagnose und Verlaufskontrolle.
Boehringer Mannheim GmbH, Mannheim, 1985

SCHMIDT, B.
Untersuchungen über das Verhalten der Alkalischen Phosphatase und des Gesamtbilirubins im Serum vom Warmblutpferd unter dem Einfluß von Transport, Turnierteilnahme, Longieren und Tageszeit.
Diss. Vet. med., Gießen, 1980

SCHMIDT, K.-H.
Untersuchungen über das Verhalten der Serumenzyme Aspartat-Aminotransferase, Creatinkinase, Laktat-Dehydrogenase bei Warmblutpferden unter dem Einfluß von Tageszeit, Transport, Turnierteilnahme und Longieren
Diss. Vet. med. Gießen, 1979

SCHNEIDER, H.J.
Leistungsphysiologie
in: DIETZ, O. und WIESNER; E., 1982

SCHRÖPFER, T.
Blutwerte bei Trabrennpferden: Veränderungen durch Training und kurze, intensive Belastung.
Diss. Vet. med., München, 1984

SEREŃ, E., TAMANINI, C., GAIANI, R., BONO, G.
The effect of submaximal exercise on blood lactate,creatine phosphokinase and cortisol corticosterone levels in the horse during training.
Archivio Veterinario Italiano, 28, 65 (1977)

SKWARLO, K. und FLISINSKA-BOJANOWSKA, A.
Effect of moderate effort on levels of lactic and pyruvic acids, of glucose and on alkaline reserve in thoroughbred horse blood in winter.
Bull. Acad. Pol. Sci. Biol. 21, 77 (1973)

SNOW, D.H. und MACKENZIE, G.
Some metabolic effects of maximal exercise in the horse and adaptations with training.
Equine Vet. J. 9, 134 (1977a)

SNOW, D.H. und MACKENZIE, G.
Effect of training on some metabolic changes associated with submaximal endurance exercise in the horse.
Equine Vet. J. 9, 226 (1977b)

...

SNOW, D.H., SUMMERS, R.J. und GUY, P.S.
The actions of the beta-adrenoceptor blocking agents propanolol and metoprolol in the maximally exercising horse.
Res. Vet. Sci. 27, 22 (1979)

SNOW, D.H., KERR, M.G., NIMMO, M.A. und ABBOTT, E.M.
Alterations in blood, sweat, urine and muscle composition during prolonged exercise in the horse.
Vet. Rec. 110 , 377 (1982)

SOMMER, H.
Die Bestimmung der Enzymaktivitäten im Blutserum bei Pferden zur Diagnose und Verlaufskontrolle von Behandlungen.
Prakt. Tierarzt 1, 24 (1980)

SOMMER, H., SZEMES, A. und FELBINGER, U.
Zum Einfluß der Rennbelastung auf die Aktivität verschiedener Enzyme und den Gehalt einiger Metaboliten im Blutserum von Galoppern.
Tierärztl. Umschau 37, 759 (1982)

SRETER, F.A.
The effect of systematic training on plasma elektrolytes, haematocrit value, and blood sugar in thoroughbred horses.
Canad. J. Biochem.Physiol. 37, 273 (1959)

STEEL, J.D. und WHITLOCK, L. E.
Observations on the haematology of thoroughbred and standardbred horses in training and racing.
Australian Vet. Jl. 34, 136 (1960)

STEWART, G.A., RIDDLE, C.A. und SALMON, P.W.
Haematology of the racehorse.
Australian Vet. Jl. 53, 353 (1977)

STRAUB, R., ISLER, R. und GYSIN, J.
Parameter zur Beurteilung der Ausdauer des Pferdes.
Tierärztl.Prax. 12, 499 (1984)

TAKAGI, S. und SAKURAI, N.
Changes of glucose, pyruvat and lactate in blood of horses at rest and during exercise.
Exp. Rep. Equine Hlth Lab. 8, 100 (1971)

TORTEN, M. und SCHALM, O.W.
Influence of the equine spleen on rapid changes in the concentration of erythrocytes in peripheral blood.
Am.J.Vet.Res. 25, 500 (1964)

...

ULLRICH, W. Über das Verhalten der Serum-Transaminasen bei Trabrennpferden nach Bewegungsbelastung. Wien. Tierärztl. Mschr. 53, 95 (1966)

VERTER, W., MIX, H. und MÜLLER, J. Die Veränderungen der Zellwerte und einiger biochemischer Daten des Blutes bei Sportpferden im Schritt, Trab und Galopp. Arch. Exp. Veterinärmed. 20, 417 (1966)

WEIGERT, P., SCHECK, K., LEMMER, B. und NOREISCH, W. Labordiagnostische Untersuchungen bei Haflinger Pferden und Maultieren (Tragtiere der Bundeswehr) 2. Enzymaktivitäten im Serum. Tierärztl. Prax. 8 , 387 (1980)

WINTZER, H.-J. Krankheiten des Pferdes. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 1982

WOLF, G. Untersuchungen zur Erythropoese bei Sportpferden. Diss. Vet.med. Berlin, 1977

An dieser Stelle möchte ich mich ganz besonders bei Herrn Prof. Dr. Helmut Kraft für die Überlassung des Themas bedanken. Sein Interesse an dieser Fragestellung, seine stetige Hilfe und Beratung haben wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Weiterhin möchte ich mich bei meinem Kompaniechef Dr. Wolfram Noreisch bedanken. Er ermöglichte die Untersuchung an den Tieren. Noch viel mehr gebührt ihm Dank für die freundschaftliche Unterstützung, die nötig war, um eine derartige Arbeit im täglichen Dienstbetrieb zu verwirklichen.

Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. Osterkorn und Herrn Stanglmeier aus dem Institut für Tierzucht der Ludwig-Maximilians-Universität für ihre ständige Unterstützung bei der statistischen Auswertung.

Ein ganz wesentlicher Dank gebührt Frau Brigitte Bentele, die mir bei den Schreibarbeiten geholfen hat.

L E B E N S L A U F

Am 26. April 1957 wurde ich als Sohn des Karl-Gustav Edler von Rennenkampff und seiner Frau Isabel, geborene Edle von Rennenkampff in Hannover geboren.
Von 1964 bis 1976 besuchte ich in Diez an der Lahn die Karl-von-Ibell-Schule, die Wilhelm-Filchner-Gesamtschule in Wolfhagen bei Kassel und das Platen-Gymnasium in Ansbach, wo ich am 25. Juni die Reifeprüfung ablegte.

Nach zweijähriger Dienstzeit bei den Gebirgsjägern in Berchtesgaden wurde ich zum Zwecke des Studiums nach München versetzt, wo ich im Wintersemester 1978/79 mit dem Studium der Tiermedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität begann.
Im März 1984 beendete ich mit Ablegen des Tierärztlichen Staatsexamens das Studium und erhielt am 21. März 1984 die Approbation als Tierarzt.
Seit 1. April 1984 bin ich als Veterinäroffizier der Gebirgstragtierkompanie in Bad Reichenhall tätig.